

Jyrki Grönroos

# Kerrostalon korjaushankkeella energiatehokkuus kuntoon

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkötekniikka

Insinöörityö

27.4.2015

Tekijä Otsikko	Jyrki Grönroos Kerrostalon korjaushankkeella energiatehokkuus kuntoon
Sivumäärä Aika	36 sivua + 1 liite 27.4.2015
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Sähkötekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Sähkövoimatekniikka
Ohjaajat	DI Osmo Massinen Insinööri Tauno Savolainen
<p>Insinööriyössä on tutkittu suuren saneeraushankkeen vaikutusta kerrostalon sähköenergiankulutukseen. Myös lämpöenergian- ja vedenkulutusta selvitettiin. Työssä tarkasteltiin 15 eri kiinteistön kulutustietoja ennen ja jälkeen saneeraushankkeen. Tarkempaan tarkasteluun valittiin kahdeksan kiinteistöä, joiden kohdalla esiteltiin tehdyt toimenpiteet. Työssä keskityttiin sähkösaneerauksen aiheuttamiin muutoksiin. Suoritetut toimenpiteet selvitettiin kohteen suunnitteluasiakirjojen avulla, kulutustiedot kohteista saatiin Talokeskus Yhtiöiden ylläpitämästä Tampuuri-palvelusta.</p> <p>Tutkimuksessa on selvitetty mahdollisuuksia energiatehokkuuden parantamiseen perinteisen saneeraushankkeen yhteydessä. Tutkituissa kohteissa ei ollut kiinnitetty erityistä huomiota energiatehokkuuden parantamiseen. Nykyisten menetelmien kuitenkin oletettiin parantavan tilannetta suhteessa vanhaan tekniikkaan.</p> <p>Työssä käsiteltiin tyypillisen saneeraushankkeen kulkua ja sähkösuunnittelijan ja -valvojan roolia hankkeen eri vaiheissa. Tutkitut kohteet sijaitsivat pääkaupunkiseudun alueella. Kaikkiin kohteisiin oli tehty korjaushanke vuosina 2008–11. Tarkasteltavaksi otettiin mitaustuloksia kolme vuotta ennen ja jälkeen hankkeen, työnaikaiset vuodet jätettiin huomiotta. Työssä pohdittiin myös mahdollisia ratkaisuja energiatehokkuuden parantamiseen tulevaisuudessa. Työssä esiteltiin vaihtoehtoja, joita toteutetaan nykyään yleisesti sekä vaihtoehtoja, jotka ovat vasta kehitteillä tai harvinaisempia. Näitä toimenpiteitä arvioitiin teknisesti sekä taloudellisesti.</p> <p>Työn tulokset olivat vaihtelevia. Pääasiassa kiinteistösähkönkulutus nousi kaikissa kohteissa. Parin kohteen osalta kuitenkin kulutus laski. Vedenkulutus myös laski pääsääntöisesti kaikissa kohteissa paria lukuunottamatta. Lämpöenergiankulutukseen vaikutukset olivat vähäisimmät, joskin tuloksista oli havaittavissa pientä laskua keskimäärin.</p>	
Avainsanat	kerrostalo, sähkösaneeraus, linjasaneeraus, energiatehokkuus

Author Title Number of Pages Date	Jyrki Grönroos Improving Energy Efficiency of an Apartment Building With Renovation Project 36 pages + 1 appendix 27 April 2015
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical engineering
Specialisation option	Electrical power engineering
Instructors	Osmo Massinen, M.Sc. Tauno Savolainen, Engineer
<p>The thesis studied a large apartment building renovation project for the electric energy consumption. Also thermal energy and water consumption were investigated. The study examined 15 different real estates for consumption data before and after the renovation project. Eight properties were selected for closer examination. For those properties the measures taken are presented in this study. The project focused on changes that were caused by electricity renovation. The measures taken were investigated with help of the design documents. Consumption data were retrieved from Tampuuri software, which is sustained by Talokeskus Yhtiöt Oy.</p> <p>The study clarified the opportunities for improving the energy efficiency of traditional renovation project. No special attention had been paid to improving energy efficiency in studied projects. However, existing methods were supposed to improve the efficiency compared to the old technology.</p> <p>The project dealt with a typical renovation project flow. Also studied electrical designer and supervisor roles in the project at various stages were studied. The studied sites were located in the capital region of Finland. All sites had been renovated during 2008-11. The study took measurements three years before and after the renovation project. The thesis also presents possible solutions to improve energy efficiency in the future. The work presents options, which are now widely implemented, as well as options that are still to be developed or less common. These measures are assessed both technically and economically.</p> <p>The results of the study are variable. The real estates' electrical consumption was mainly increased in most of the targets. However there were couple of properties where consumption decreased. Consumption of water was decreased in almost every real estate, except two. The lowest impact in consumption was in thermal energy, although the results showed a slight average decrease.</p>	
Keywords	Energy Efficiency, Apartment Building, Electric Renovation

## Sisällys

Tiivistelmä

Abstract

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Kerrostalot Suomessa	2
2.1	Kerrostalojen kehitys Suomessa	2
2.2	LVI-järjestelmien kehitys asuintaloissa	4
2.3	Sähköjärjestelmien kehitys asuintaloissa	5
3	Sähkösaneeraus	7
3.1	Saneerauskohteen hankesuunnittelu	7
3.2	Saneerauskohteen sähkösuunnittelu	8
3.3	Sähköasennusten toteutus ja valvonta	11
3.4	Sähköasennusten käyttöönotto ja huolto	13
4	Esimerkkikohteiden energiankulutus	15
4.1	Tutkitut kohteet	15
4.1.1	AS OY 1939	15
4.1.2	AS OY 1940	16
4.1.3	AS OY 1953A	17
4.1.4	AS OY 1953B	18
4.1.5	AS OY 1956	19
4.1.6	AS OY 1958	20
4.1.7	AS OY 1961	21
4.1.8	AS OY 1973	22
4.2	Kulutusmuutosten analysointi	23
5	Energiatehokkuuden parantaminen	26
5.1	Valaistuksen energiatehokkuuden parantaminen	26
5.2	Sähkönohjausjärjestelmät ja kiinteistöautomaatio	27
5.3	Muita energiatehokkuutta parantavia vaihtoehtoja	28
5.3.1	Poistoilmalämpöpumppu	28
5.3.2	Siirtyminen kaukolämmöstä maalämpöön	30

5.3.3	Aurinkolämpö- ja sähkö	31
5.4	Sähköenergiankulutusta lisääviä toimenpiteitä	33
6	Pohdintaa	34
	Lähteet	35
	Liitteet	
	Liite 1. Esimerkkikohteiden kulutustiedot	

## 1 Johdanto

Insinööriyössä tutkitaan perinteisen suuren korjaushankkeen esim. linjasaneerauksen vaikutusta kerrostalon sähköenergiankulutukseen. Myös kokonaisenergiankulutusmuutokset huomioidaan mahdollisia muutosten syitä pohtiessa. Työssä tarkastellaan kahdeksaa eri taloyhtiötä, joissa on toteutettu laajuudeltaan erilaisia korjaushankkeita. Kohteet ovat valmistuneet vuosina 1939–1973 painottuen 1950–60-lukujen taitteeseen. Otanta vastaa siis varsin hyvin nykyisten korjaushankkeiden ikäprofiilia. Työssä esitellään kohteiden perustiedot ja sähkö- ja lämpöenergiaa sekä vedenkulutusta ennen ja jälkeen korjaushankkeen. Työssä on tarkoituksena myös tutustuttaa suurehkon hankkeen eri toteutusvaiheisiin suunnittelijan ja valvojan näkökulmasta.

Työ on toteutettu yhdessä Suomen Talokeskus Oy:n kanssa. Yritys on Suomen vanhin kiinteistöihin erikoistunut yritys, ja on perustettu vuonna 1923. Yritys tuottaa suunnittelu-, asiantuntija- sekä energianhallintapalveluita. Kiinteistöhallinnan tueksi on kehitetty Tampuuri-sovellukset, joita hyödyntäen tässäkin työssä käytettävät tiedot kerätään. [1.]

Työssä käydään lisäksi läpi yleisellä tasolla tulevaisuuden mahdollisuuksia kerrostalojen energiatehokkuuden parantamiseen. Erilaisia tapoja, kuten energian omatuotanto sekä lämmöntalteenottoratkaisuja esitellään tässä yhteydessä. Myös näiden mahdollisuuksien yhdistämistä perinteisen korjaushankkeen yhteyteen pohditaan. Sähköenergiankulutusta lisääviä järjestelmiä tarkastellaan lisäksi.

Työn aihe on ajankohtainen, kun otetaan huomioon EU:n ja Suomen nykyiset tavoitteet päästöjen ja energiatehokkuuden suhteen. EU:ssa päätettiin vuonna 2007, että energiatehokkuutta tulisi parantaa 20 % vuoteen 2020 mennessä. Tämä direktiivi tuli virallisesti voimaan 4.12.2012. Suomessa on tavoitteena laskea rakennusten energiatehokkuutta 60 % vuoteen 2050 mennessä. Noin 30 % Suomen kasvihuonepäästöistä tulee kotitalouksien sähkön- ja vedenkulutuksesta sekä lämmityksestä. Koska korjaushankkeiden väli on n. 30–50 vuotta, tulisi nykyisissä hankkeissa huomioida nämä asetukset. [2; 3.]

## 2 Kerrostalot Suomessa

### 2.1 Kerrostalojen kehitys Suomessa

Suomen kerrostalokanta on suhteellisen nuorta. Alle kymmenes nykyasunnoista on rakennettu ennen vuotta 1940 ja rakentamisen huippuvuosina eli 1970 jälkeen on rakennettu yli 60 prosenttia. Nämä 1960–70-lukujen talot ovat nyt ensimmäisen suuren korjaushankkeen edessä, joka vaatii paljon resursseja ja valvontaa korjausrakentamisen puolella.

Suomessa aloitettiin kerrostalorakentaminen 1800-luvun loppupuolella. Ensimmäiseksi kerrostalot ilmestyivät Helsingin katukuvaan ja tämän jälkeen Turkuun ja Tampereelle. Myöhempinäkin aikoina Helsinkiin on usein noussut ensimmäisenä aikakauden tyyli-suuntaukset myös kerrostalotyypeissä. Kerrostaloasuntoja ei vuosisadan vaihteessa rakennettu määrällisesti paljoa koko maan mittakaavassa, mutta ne olivat sitäkin ylellisempiä ja täynnä hienoja yksityiskohtia. Taloissa oli paksut täystiilimuuriseinät ja huonekorkeudet olivat melkein neljä metriä. Kerrostalojen suunnittelu oli pääosin arkkitehtien tehtävä ja erillisalojen suunnittelijoiksi ei vielä ollut eriydytty.

Toisen maailmansodan jälkeen 1920-luvun alussa rakennustuotanto oli vähäistä. Kaikesta oli pulaa ja alettiin rakentamaan yksinkertaisempia ja vaatimattomampia taloja. Laadukkaita rakennusmateriaaleja korvattiin huokeammilla ja huonekorkeuksia laskettiin. Vuosikymmenen puolessa välissä pulakausi väistyi ja alkoivat niin sanotut rakentamisen *hullut vuodet*. Huippuvuonna 1928 valmistui noin 9 500 kerrostaloasuntoa. Näihin aikoihin on rakentunut esimerkiksi iso osa Helsingin Etu-Töölöstä.

Nousukauden jälkeen seurasi maailmanlaajuinen lama, jolloin Suomessakin asuntotuotanto tippui kymmenekseen siitä, mitä se oli ollut. Ennen toista maailmansotaa talous ehti piristyä hieman ja 1938 valmistuikin kaupunkeihin jo reilu 7 000 asuntoa. 1920–30-luvuilla alkoi osa talojen kantavista osista koostumaan tiilimuurien lisäksi teräsbetonipilareista. Myös ulkoseinärakenteisiin tuli muutoksia, kun niihin alettiin liittää kevytbetonia, lastulevyvillaa sekä korkkia, jotka olivat lämmöneristyskyvyltään parempia täystiileen verrattuna. Uusien rakenteiden myötä arkkitehtien lisäksi suunnittelijoina toimivat usein myös insinöörit sekä rakennusmestarit. [4, s. 6, 12–36, 52–68.]

Sota-aikana rakentaminen oli vähäistä, mutta sotien loputtua oli Suomessa vaikea asuntopula. Alueluovutuksissa ja sodassa menetettiin yli 125 000 asuntoa. Väestönkasvu oli lisäksi erityisen voimakasta vuosina 1945–54, jolloin syntyivät niin sanotut *suuret ikäluokat*. Kerrostalorakentamista ei helpottanut vaikea pula-aika. Kerrostalotyömailla oli pulaa muun muassa teräksestä, kattopellistä, nauloista ja sementistä. Materiaaleja jouduttiin kierrättämään ja korvaamaan heikommilla materiaaleilla, myös mitoitusta tiukennettiin. Vaikka rakentaminen olikin vilkasta, asuntotuotanto keskittyi 1940-luvulla maaseudulle ja puutaloihin. Myös kaupunkeihin rakennettiin kaksikerroksisia puukerrostaloja, kiviainesmateriaalin pulasta johtuen.

1950-luvun alusta taloustilanne kohentui ja kerrostalorakentaminenkin vilkastui. Talot alkoivat saamaan nykyaikaisempia piirteitä, kun tavoiteltiin yhä tehokkaampia tapoja vastata kovaan asuntokysyntään, joka kaupungeissa ja kauppaloissa vallitsi suuren muuttoaalton tullessa maaseudulta. Teollisen rakentamisen esiasteita kehitettiin ja ryhdyttiin korvaamaan osaksi paikalla tehdyistä rakenteista valmiiksi tehdyillä elementeillä. Työmailla alettiin käyttämään enemmän konevoimaa ja rakennusosia standardoitiin. Kuitenkin teollisten valmiuksien puuttuessa valtaosa näiden toteutuksesta pääsi alkuun vasta 1960-luvulla. 50-luvulla rakennettiin paljon kaupunkien keskustoja uusiksi, jolloin alkuperäinen rakennuskanta sai väistyä uuden tieltä. Asuinkerrostaloja alettiin sijoittamaan keskustojen ulkopuolelle, lähiötyyppiisiin ratkaisuihin. Yleisin asuintalo oli suora-kaiteen muotoinen 3–4-kerroksinen hissitön lamellitalo. 1950-luvun kerrostaloalueita ovat muun muassa Espoon Tapiola sekä Helsingin Pohjois-Haaga.

1960- ja 1970-luku olivat kerrostalorakentamisen kuumaa aikaa Suomessa. Rakennusalan teollistumisen ja standardoinnin myötä kerrostaloja rakennettiin lähes sarjatuotannolla. Yhä suurempi osa väestöstä siirtyi kaupunkeihin ja talonrakennus kiihtyi ja oli huipussaan vuonna 1974 jolloin valmistui yhteensä 46 200 kerrostaloasuntoa. Käsityö ja kohdekohtainen suunnittelu oli minimaalista, kun pyrittiin kopioimaan yksinkertaisia talomalleja. Usein suunnittelu oli vain valmiiksi täytettyjen lomakkeiden kopioimista. Myös rakentamisen laatu keskittyi pelkästään määrällisiin tavoitteisiin, josta seurasi rakennusten huono energiatehokkuus sekä suuret korjaustarpeet. Sittenkin kerrostalorakentaminen on monimuotoistunut ja on alettu kiinnittää enemmän huomiota laadullisiin seikoihin sekä energiankulutukseen. [4, s. 84–112, 145–147, 210–213.]



## 2.2 LVI-järjestelmien kehitys asuintaloissa

1910-luvulle saakka yleisin lämmitysmuoto kerrostaloissa oli huonekohtainen uunilämmitys. Yleisin muoto oli kakluuni eli kaakeliuuni, mutta myös halvempia ratkaisuja käytettiin esimerkiksi peltikuorista pönttöuunia. Vesikiertoinen keskuslämmitys alkoi yleistymään vahvasti näihin aikoihin, mutta kakluuneja rakennettiin yhä rinnan keskuslämmityksen kanssa. Vesikiertoinen keskuslämmitys perustui painovoimaiseen kiertoon eli vesiputket olivat suuria. Patterit olivat kookkaita valurautaisia pylväsradiaattoreita, jotka sijoitettiin ikkunoiden alle tehtyihin patterisivennyksiin. Jokaisessa talossa oli oma lämmityskattila ja talokohtaiset polttoainevarastot. Talonmies vastasi usein keskuslämmityksen toiminnasta. 1930-luvulla markkinoille alkoi tulla kevyempiä peltisiä pylväsradiaattoreita sekä nykyisen kaltaisia ohuita teräslevystä valmistettuja paneeliradiaattoreita.

Helsingin Olympiakylässä aloitti toimintansa 1940 ensimmäinen alueellinen lämpökeskus, joka keskitti lämmöntuoton taloryhmälle. Laajempi kaukolämpöverkko kuitenkin sai alkunsa Helsingissä vasta 1952 ja nopeasti myös muut kaupungit seurasivat perässä. Talot, joissa yhä käytettiin omia talokohtaisia ratkaisuja, siirtyivät 1950-luvulla käyttämään öljyä polttoaineena, kivihiilen tai muun kiinteän tavaran sijaan. 1950-luvun puolella välissä vesikiertoinen lämmitys kehittyi yhä, kun painovoimaisen järjestelmän rinnalle tuli pumppukiertoinen järjestelmä. Tämä mahdollisti pienemmät putket ja paremmat säätömahdollisuudet. Samoihin aikoihin alettiin kokeilemaan myös lattialämmitysjärjestelmiä, jotka poistivat patterit huoneistoista ja mahdollistivat vapaamman ikkunasuunnitelun.

Myöhempinä vuosikymmeninä vakiintui käytäntö, jossa kevyet patterit sijoitettiin asuinhuoneissa ikkunoiden alle. Putket vedettiin huoneen nurkista näkyvillä vaakavedoilla. Kylpyhuoneeseen asennettiin lattialämmitys sekä kuivauspatteri. Nykyään kaukolämpöverkkoon liitántä on yleisin tapa toteuttaa keskuslämmitys. [4, s. 37, 69, 113, 230]

Vesijohtoverkko on ollut osa kerrostaloasumista alusta saakka. Ensimmäiset vesijohdot on vedetty Helsingissä jo 1873 ja muihin kaupunkeihin vesijohtolaitoksia syntyi 1900-luvun alussa. Kuten muu lämmitys myös käyttövedenlämmitys oli aluksi huone- ja asun- tokohtaista, mutta 1910–20-luvuilla keskuslämmitys syrjäytti paikalliset lämmitysmuodot kerrostaloissa. 1930-luvulle tultaessa WC:stä oli tullut kerrostaloasunnon vakiovaruste, kun aiemmin niitä oli lähinnä kerros- tai talokohtaisesti. Kylpyhuoneisiin asennettiin suihkujen sijaan valurautaisia ammeita, joissa oli yhteinen vesihana pesualtaan kanssa.

Tämä varustelu säilyi pitkälti 1970-luvulle saakka. Energiakriisin jälkeen 70-luvun puolessa välissä alettiin suosimaan suihkujen käyttöä paljon vettä kuluttavien kylpyammeiden sijaan. Kylpyhuoneiden pinta-ala on kasvanut aikojen saatossa pienestä komerosta, suuriin hyvin varusteltuihin märkätiloihin.

Kerrostaloissa oli pitkään painovoimainen ilmanvaihto, jota ehkä tehostettiin poistokanavien päähän asennettavilla Savonius-tyyppisillä turbiineilla. 1950-luvulla alettiin käyttämään koneellista poistoilmanvaihtoa. Tämä paransi ilmanvaihtoa etenkin kesäaikaan, jolloin painovoimainen ilmanvaihto ei toiminut juuri ollenkaan. Lisäksi se perustui yhteiskanavajärjestelmään, joka vapautti hieman huonepinta-alaa, tarvitien vähemmän tilaa kanaville. Haittapuolena tuli melu- ja hajuhaittoja sekä huono ulkoilmansaanti, koska ulkoilmaventtiileistä luovuttiin. Ulkoilmaventtiileitä ryhdyttiin asentamaan vasta 1980-luvun puolella yleisesti. Seuraava isompi askel ilmanvaihdossa otettiin vasta 1990-luvulla, jolloin otettiin käyttöön laajassa mittakaavassa koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto. Tämä mahdollisti muun muassa erilaiset lämmöntalteenottojärjestelmät sekä varmisti ulkoilman riittävän saannin oleskeluhuoneisiin. [4, s. 39, 70–71, 115–117, 233.]

### 2.3 Sähköjärjestelmien kehitys asuintaloissa

Ennen 1930-lukua sähköasennusten taso ja laatu vaihtelivat suuresti. Sähkö oli hyvin kallista ja saatavuus rajoittui pienille alueille. Sähköä käytettiin lähinnä valaistukseen ja hisseihin. Tasavirtasähkö oli pitkään ainoa jakelumuoto, kunnes vaihtovirta vähitellen korvasi sen. Helsingissä tasavirran jakelu on loppunut vasta 1954. Vaihtovirtasähkö siirtyi heti alkuaikoina 220/380 V kolmivaihejakeluun. Poikkeuksena tässäkin oli Helsinki, jossa oli osin käytössä 220/127 V vaihtovirta, joka poistui käytöstä 1954.

Ensimmäiset sähköasennuksia koskevat määräykset ja ohjeistukset asetettiin 1928–32. Sähkön käyttö oli edelleen pääosin valaistusta varten, mutta myös liesiä, kodinkoneita ja kiertovesipumppuja oli jo käytössä. Suojalaitteet olivat aikaisemmin olleet hajautettuja, mutta nyt niitä alettiin koota yhteen keskuksiksi. Uudet määräykset vaativat keskuksia rakennettavaksi tulenkestävästä aineesta, kuten kivistä tai metallista. Liityntäkaapelin vaadittiin olevan Helsingin kerrostaloalueilla betoniputkeen upotettu maakaapeli. Muualla liityntäkaapelina toimi usein ilmajohto. Minimipoikkipinnaksi oli määritetty 6 mm<sup>2</sup>, mutta myös 4 mm<sup>2</sup>:n paksuista kaapelia sai käyttää joissain tapauksissa ja etenkin pulaaikana. Pääkeskustiloiksi oli varattava riittävän suuret tilat eristävällä lattialla. Asuntojen

ryhmäkeskukset olivat kosketussuojaisia ja teräslevyrakenteisia. Pula-aikana ryhmäkeskusten rakennus sallittiin myös vanerista, eikä pääkatkaisijaa tarvinnut asentaa. Ryhmävarokkeita oli tavallisesti kaksi. Näitä keskuksia ei ole paljoa nykypäivään säilynyt, mutta vieläkin niiden vaihto ei ole pakollista, toki suositeltua. 1940-luvulle tultaessa liesien määrä oli lisääntynyt ja määräykset kehottivat ottamaan sen huomioon nousujohtojen mitoituksessa. Tämä johti suurimmillaan jopa 25 mm<sup>2</sup>:n kuparijohtimien ja haaroitusrasioiden käyttöön, kun toteutus tehtiin yksivaiheisena.

Pula-ajan helpottaessa Suomeen oli syntynyt paljon uusia asuntoja. Valtaosa näistä asunnoista oli sähköistetty maaseutua myöden. 1950-luvun lopussa maaseudun sähköistysaste oli noin 80 %. Sähköliedet ja kotitalouskoneet olivat levinneet, joka kodin varusteiksi. 50-luvun lopulla uusittiin myös ahkerasti sähkömääräyksiä ja esimerkiksi asennustapoja ja piirrosmerkkejä standardisoitiin. 1959 muoviputki teki tulonsa markkinoille. Se yleistyi nopeasti ja valtasi asemansa merkittävimpänä asennustapana.

Asuintaloissa siirryttiin koteloituihin pääkeskuksiin ja jotkin sähkölaitokset, esimerkiksi Helsingin sähkölaitos, vaativat kulutusmittareiden sijoittamista yhteismittarikeskuksiin. Nykyisellään vastaavat keskukset tunnetaan monimittarikeskuksina ja suurin poikkeavuus on myöhempinä aikoina lisätty pääkytkin. Asuntoihin ei asennettu enää mittareita vaan pelkkä ryhmäkeskus, jossa olivat ryhmäsulakkeet sekä asunnon pääkytkin. Tiukentuneet varmuusmääräykset asettivat keskusten sijoitukselle nykyisenkaltaiset vaatimukset, kuten vähintään yhden metrin hoitokäytävän. Paloturvallisuus tuli myös huomioida tarvittaessa palamatonta asennuslevyä hyödyntäen.

Määräykset ja käyttötottumukset säilyivät pitkälti samoina aina 1970-luvun puoleen väliin, jolloin tulivat voimaan ensimmäiset sähköturvallisuusmääräykset. Sähköveroa alettiin periä vuonna 1976. Sähkölaki uusittiin vuonna 1979, jolloin kaikki merkittävät määräykset muuttuivat koskien muun muassa rakentamista, käyttöä, huoltoa, suunnittelua sekä tarkastamista. Siitä lähtien sähkön käyttö ja sähkölaitteet ovat kehittyneet huimaa vauhtia ja määräyksiä on tarkennettu usein. 90-luvulla otettiin käyttöön ensimmäisiä yhteiseurooppalaisia standardeja. [4, s. 39; 5, s. 10–22.]

### 3 Sähkö saneeraus

#### 3.1 Saneerauskohteen hankesuunnittelu

Kerrostaloissa sähköremontti teetetään usein isomman korjaushankkeen yhteydessä, kuten esimerkiksi linjasaneerauksen. Ensimmäinen suuri korjaushanke tulee ajankoh- taiseksi yleensä 30–50 vuoden ikäisessä kiinteistössä. Jotta hanke osataan ajoittaa oi- kein kunkin kiinteistön kohdalla, on ensiarvoisen tärkeää huolehtia kunnonseurannasta. Ensimmäinen kuntoarvio on hyvä tehdä viimeistään kymmenen vuotta rakentamisesta. Tällöin tulisi tehdä myös kiinteistön pitkän tähtäimen suunnitelma eli PTS. Tämä kattaa ne tarvittavat toimenpiteet, jotka ovat kiinteistön ylläpidon kannalta oleellisia, seuraavan 10–20 vuoden ajalle. PTS on yleensä liitettyä kiinteistön huoltokirjaan, joka on saata- villa esimerkiksi verkossa, sitä kulloinkin tarvitseville.

Kuntotutkimus on syytä teettää ennen suuren korjaushankkeeseen ryhtymistä. Se an- taa hyvän lähtökohdan hankesuunnittelua varten. Kuntotutkija ottaa myös kantaa milloin olisi syytä käynnistää hanke. Tähän vaikuttaa myös oleellisesti taloyhtiön valitsema kiin- teistöstrategia, eli tehdäänkö esimerkiksi linjasaneeraus etupainotteisesti. Vaihtoehtoi- sesti voidaan käyttää putkisto elinkaarensa loppuun, jolloin loppuvaiheessa on odotetta- vissa runsaammin vahinkoja ja niistä aiheutuvia kustannuksia. Samoin voidaan mene- tellä myös, jos kyseessä on pelkästään sähkösaneeraukseen liittyvä korjaushanke.

Kun uusittavan järjestelmän elinikä on tullut täyteen ja lähdetään korjaushankkeeseen, ensimmäinen tehtävä on huolellinen hankesuunnittelu. Hankesuunnittelussa on tärkeää, että siinä ovat taloyhtiön edustajien lisäksi mukana kokeneita suunnittelijoita, rakennut- tajakonsultteja tai vastaavia rakentamisen asiantuntijoita. Yleensä isoissa urakoissa on aina rakennusaputöitä sekä muiden alojen osaamista vaadittavia töitä, vaikka kyseessä olisi pelkkä sähköurakka. Työvaiheen tärkeimmät tehtävät on määritellä toteutettavan urakan laajuus alustavasti, laatia tavoiteaikataulu sekä alustava kustannusarvio. Kun suunnittelu tehdään huolellisesti, säästytään monilta toteutusvaiheen aikaisilta yllätyk- siltä ja haitoilta. Kokeneet hankesuunnittelijat osaavat tehdä suunnitelmista kiinteistön käyttäjien tarpeita vastaavan sekä luoda uskottavan talousarvion, jonka pohjalta on hyvä jatkaa toteutusvaiheeseen.

Alustavan tavoiteaikataulun teko on tärkeää, jotta osataan ajoittaa urakan eri vaiheet oikein. Aikatauluun merkitään kaikki urakan suunnitteluun, rahoitukseen ja toteutukseen liittyvät asiat. Aikataulu tarkentuu hankkeen edetessä. Hankkeiden pituus on hyvin tapauskohtaista, mutta esimerkiksi kerrostalon linjasaneeraukseen voi hyvinkin varata vuoden suunnittelua ja vuoden toteutusta varten. Hankesuunnitteluvaiheessa tulisi selvittää kokonaiskuva siitä, mitä on tulossa. Tämä antaa suunnittelulle riittävät lähtökohdat. Usein tässä vaiheessa eri laajuisia vaihtoehtoja voi olla useitakin, mutta pääasiassa tulisi jatkaa kahdella eli suppealla ja laajalla. Suppea vaihtoehto tarkoittaa usein pelkästään välttämättömien järjestelmien ja laitteiden uusimista. Kun taas laajassa voidaan samanaikaisesti uusia monia järjestelmiä ja saavuttaa sitä kautta pitkän tähtäimen säästöjä. Tämä on hyvä kohta pohtia esimerkiksi, voidaanko kiinteistön energiatehokkuutta parantaa kustannustehokkaasti muun korjaushankkeen yhteydessä.

Kustannusarvion teossa tulee huomioida kaikki hankkeeseen liittyvät menot kuntotutkimuksesta, suunnittelusta ja rakentamisesta aina lopputarkastuksiin saakka. Alustavat kustannusarviot vaikuttavat myös osaltaan hankkeen eri vaihtoehtojen toteuttamiskelpoisuuteen. Hyvin tehdyt arviot eivät perustu pelkästään hankkeen toteutusajan kustannuksiin, vaan antavat selkeän näkemyksen myös koko hankkeen vaikutuksesta kiinteistön elinkaarikustannuksiin. Tässä vaiheessa on myös syytä selvittää mahdolliset avustukset, joita esimerkiksi valtio myöntää kulloinkin voimassa olevien ehtojen mukaan. [6, s. 5–9.]

### 3.2 Saneerauskohteen sähkösuunnittelu

Sähkösuunnittelijalla tulisi olla alusta asti käytettävissään riittävät tiedot kiinteistön historiasta ja olemassa olevista asennuksista. Vain tällä tavalla suunnittelijan on mahdollista huomioida vanhat asennukset ja erityispiirteet, joita kiinteistössä on. Usein koko järjestelmää ei uusita kerralla vaan esimerkiksi linjasaneerauksen yhteydessä yleisesti uusitaan talon runko- ja nousujohdot sekä märkätilojen sähköasennukset. Myös telejärjestelmät uusitaan pääsääntöisesti nykyvaatimusten mukaisiksi.

Kun suunnittelu aloitetaan, usein suurissa projekteissa on pohjalla jonkinlainen hankesuunnitteluvaiheessa päätetty suunta. Tässä vaiheessa voi olla niinkin, että tehdään vielä useita suunnitelmia tai sitten vain yksi, riippuen siitä, mitä aikaisemmin on valittu.

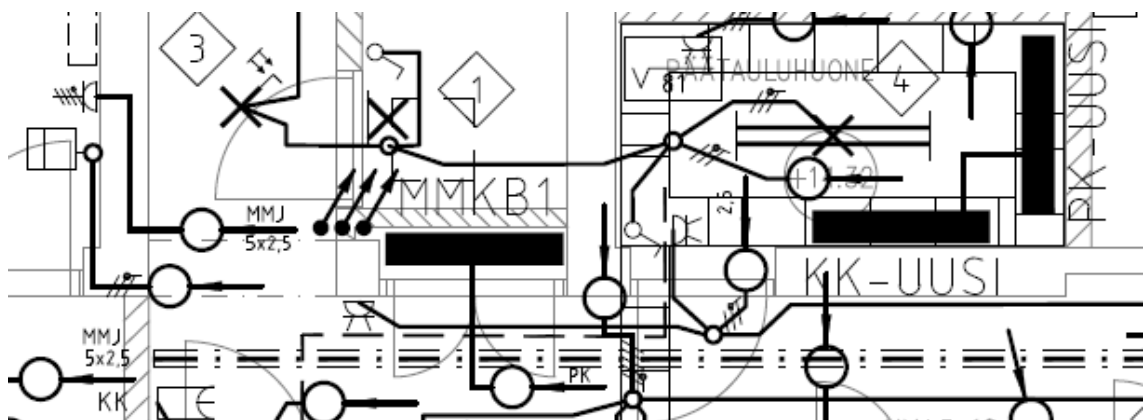
Pienehköissä projekteissa on mahdollista, että alustavaa suunnitelmaa ei ole, jolloin lähdetään liikkeelle tyhjältä pöydältä. Suunnitteluprojektin aluksi on tärkeää tutustua kohteeseen paikan päällä ja ottaa mittoja sekä kuvia tiloista. Nämä tukevat suunnittelun aikana eteen tulevien ratkaisujen tekemistä. Alkuvaiheessa pidetään tilaajan kanssa suunnittelukokouksia, joihin osallistuu projektin luonteesta riippuen myös muiden suunnittelualojen asiantuntijoita. Näin varmistutaan siitä, että projekti lähtee etenemään oikeaan suuntaan ja lopputuloksesta tulee tilaajan kannalta oikea. Suurissa projekteissa on tärkeää, että eri alojen suunnittelijat ovat yhteydessä toisiinsa, jotta ristiriitaisuuksilta välttäisiin myöhemmissä vaiheissa.

Kohteesta teetetään ajantasapiirustukset, jos saatavilla ei ole käypiä kuvia suunnittelun pohjaksi. Usein vanhoissa kerrostaloissa on tiloja muutettu useaan kertaan käyttöhistorian aikana, joten nykytilannetta vastaavat kuvat ovat tärkeitä. Kuvat laaditaan ensisijaisesti CAD-muotoon. Usein varsinkin korjaushankkeissa ei lähdetä tekemään 3D-piirustuksia vaan kuvat piirretään 2D-muotoon. Tosin 3D-skannaus menetelmiä on kehitetty muun muassa laserkeilaus, jolla saneerattavakin kohde saadaan helpommin 3D-muotoon. Menetelmä on nopea ja tehokas sekä antaa todella tarkan lopputuloksen. Ajantasapiirustukset laaditaan vielä pääasiassa manuaalisesti mittaamalla kustannus- tai asennesyistä. Vaikka 3D-muoto olisi esimerkiksi maallikkotilaajalle ymmärrettävämpi kuvamuoto verrattuna 2D:hen.

Saneerauskohteen suunnittelussa noudatetaan samoja määräyksiä ja standardeja kuin uudissuunnittelussa, niiltä osin, kun järjestelmää uusitaan. Yleisesti sähkö saneeraukset tehdään linjasaneerauksen yhteydessä. Tällöin tulee kiinnittää erityistä huomiota muutamiin yksityiskohtiin. Kiinteistökeskus, pääkeskus sekä nousujohdot tulee mitoittaa riittävän suureksi uudet asennukset ja tulevaisuuden kasvuvara huomioiden. Tämä tarkoittaa useimmiten keskusten ja nousujen uusimista. Myös asuntojen ryhmäkeskukset uusitaan yleensä, koska vanhoissa keskuksissa ei usein ole tilaa uusille asennuksille sekä vikavirtasuojille. Kylpyhuoneet ovat vanhoissa taloissa pääasiassa pieniä, joten turvetaisyyksien täytyminen vaatii tarkkaa sijoittelua. On yleistä, että käytetään kiinteitä suihkuseiniä etäisyyksien saavuttamiseksi. Yleisten tilojen valaistusta tulisi lisätä riittävästi ja suosia älykästä ohjausta sekä LED-teknologiaa, sen pitkäikäisyyden sekä energiatehokkuuden vuoksi. [5, s. 96–122; 7, s. 41–44.]

Sähkösuunnitelma sisältää seuraavat asiakirjat:

- asiakirjaluettelo
- asemapiirustus (esim. 1:200)
- tasopiirustukset (yleensä 1:50)(kuva 1)
- pää- ja nousujohtokaavio
- keskusten pääkaaviot
- järjestelmäkaaviot (esim. antenni, yleiskaapelointi, ovipuhelin jne...)
- maadoituskaavio
- piirikaaviot
- jakamoiden rakennekuvat
- valaisin- ja kojeluettelot
- sähkötyöselitys
- tarjouksenantotaulukko (urakkatarjousta varten)
- liitteet (esim. liittymäkuva, valaisinesittely, vanhat kuvat jne...)



Kuva 1. Ote tasopiirustuksesta.

### 3.3 Sähköasennusten toteutus ja valvonta

Ennen töiden aloitusta pitää kilpailuttaa urakoitsijat. Urakkatarjoukset on syytä pyytää riittävän monelta urakoitsijalta, jotta löydetään kohteeseen sopiva tekijä ja saadaan aikaiseksi hyvä tarjouskilpailu. Suurissa kohteissa tämä tarkoittaa 5–10 urakoitsijaa. On myös hyvä varmistaa etukäteen urakoitsijalta halukkuus tarjota kohdetta. Tarjousasiakirjat laatii normaalisti suunnittelija tilaajan kanssa käytyjen neuvottelujen pohjalta. Sähkösuunnitelmat tulee olla mahdollisimman selkeät ja virheettömät, jotta vältytään turhilta lisätöiltä toteutusvaiheessa. Urakoitsija laatii tarjouksen sähkösuunnitelmien perusteella.

Tarjousten avaustilaisuudessa käydään lävitse tarjoukset ja laaditaan tarjousvertailutaulukko, jonka pohjalta valitaan urakkaneuvotteluihin kumppanit. Urakoitsijan valinta perustuu usein hintaan, mutta tarjouspyynnössä tai urakkaohjelmassa voi olla myös muita edellytyksiä, joiden tulee täyttyä, kuten laatuun ja suorituskykyyn liittyviä kriteereitä. Urakkaneuvotteluissa käydään lävitse urakkaan liittyviä käytännön asioita ja varmistetaan kummankin osapuolen intressit urakkaa kohtaan. Urakoitsijalla on myös mahdollisuus esittää vaihtoehtoisia tapoja toteuttaa urakka. Tehdyt päätökset merkitään urakkaneuvottelupöytäkirjaan tai urakkasopimukseen. Urakoitsijan valinta suoritetaan ennen tarjouksen umpeutumista ja urakkasopimuksen katsotaan olevan velvoittava, kun urakoitsija on saanut tiedon tarjouksen hyväksymisestä. On myös tärkeää ilmoittaa muille tarjouksia tehneille urakoitsijoille valinnasta. Urakkasopimusta varten on RT-kortistossa lomake *RT 80260 Urakkasopimus*. Lisäksi sopimusta täydennetään rakennusalan yleisillä sopimusehdoilla, kuten *YSE 1998*.

Projektin aloituksen yhteydessä tilaaja on valinnut urakantoteutusvaihetta varten työn valvojan. Suuriin saneerauskohteisiin valitaan päävalvoja, joka on useimmiten LVI-alan tai rakennuttamisen asiantuntija, mutta myös sähkö- ja rakennustekniikan kokemusta omaava henkilö. Lisäksi valitaan erikseen rakennus-, LVI- ja sähkötöiden valvoja. Pienissä sähkösaneerauksissa riittää pelkkä sähkötöiden valvoja. Valvojana voi toimia kohteen suunnittelija tai ulkopuolinen asiantuntija, käytäntö vaihtelee. Valvonnasta laaditaan erillinen valvontasopimus.

Työmaa aloitetaan aloituskokouksella, johon kutsutaan mukaan rakennusvalvontaviranomainen. Lisäksi paikalla tulisi olla tilaaja tai tilaajan edustaja, pää-/sähkösuunnittelija ja vastaava työnjohtaja. Toki myös muut projektiin osallistuvat voivat olla paikalla, kuten



valvoja, mikäli suunnittelija ei hoida kohteen valvontaa. Aloituskokouksen tehtävä on viiranomaisen taholta varmistaa, että hankkeen tilaaja on riittävästi valmistautunut kohteen laadun varmistamiseen. Lisäksi käsitellään hankkeelle määrätty velvoitteet ja käydään lävitse hankkeeseen osallistuvat osapuolet, vastuuhenkilöt sekä tarkastuksia suorittavat tahot. Kokouksesta laaditaan pöytäkirja, joka on samalla kirjallinen sitoumus sovituista asioista ja velvollisuuksista.

Kun urakoitsija on valittu ja sopimukset tehty, pidetään käyttäjäinfo. Infotilaisuuteen kutsutaan suuren kohteen tapauksessa, yhtiön osakkaat, kiinteistön käyttäjät ja hoitaja, valvojat, suunnittelijat ja urakoitsijat. Tilaisuudessa esitellään urakkaa toteuttamassa olevat tahot sekä suunnitelmat ja urakan sisältö. Myös käytännön työn etenemisestä ja mahdollisista vaikutuksista kiinteistön käytettävyyteen kerrotaan. Osakkailla ja asukkailla on mahdollisuus kysyä asioista. Tilaisuudessa esitellään myös mahdolliset kalustemallit sekä tilaratkaisut.

Työmaavalvonta ja urakanseuranta koostuvat pääosin työmaakokouksista sekä työmaatarkastuksista. Kokouksissa tulisi olla läsnä tilaajan edustaja, urakoitsijoiden edustajat, vastaava työnjohtaja, valvoja sekä tarvittaessa suunnittelija. Työmaakokouksessa käsitellään mm. urakka-aikataulua ja työvaiheiden edistymistä, työtä tekevien määrää, muutost- ja lisätöiden määrää, eri osapuolien muut asiat. Työmaakokouksia pidetään esimerkiksi kahden viikon välein. Työmaatarkastus suoritetaan usein työmaakokouksen yhteydessä, jolloin kierretään koko työmaa kootusti. Lisäksi valvojat tekevät omia valvontakäyntejään säännöllisesti, joista tehdään valvontaraportteja. On tärkeää, että valvontakäyntejä tehdään sellaisten työvaiheiden aikana, joiden työt jäävät myöhemmin piiloon. Näin voidaan varmistua työn laadusta myös niiltä osin. Valokuvien ottaminen eri työvaiheiden aikana on suotavaa.

Valvojan tehtäviin kuuluu, yleisvastuullinen valvonta, joka on muun muassa työmaakokouksissa toimimista ja koordinoitua. Yleisvalvontaan kuuluu muun muassa asiakirjoihin perehtymistä, yhteydenpitoa osapuolten välillä, tarkastusten seuraamista. Valvotaan myös aikatauluja sekä työnaikaisen teknisen laadun ja hyvän rakennustavan toteutusta. Taloudellista puolta tulee seurata ja muun muassa tarkastaa lisä- ja muutostyövaatimukset, näin hinnoittelu ja laskut pysyvät asianmukaisina. Valvontaan kuuluu myös työvaiheiden dokumentointi, jotta niistä on saatavilla tietoa myöhempää käyttöä varten. Käyttöönottoon ja vastaanottoon osallistuminen sekä myöhemmissä takuu- ja vuositarkastuksissa mukana oleminen kuuluu valvojan tehtäviin. [6, s. 13–16; 8, s. 1–4.]

### 3.4 Sähköasennusten käyttöönotto ja huolto

*KTMP 517/96 mukaan sähkölaitteistolle on tehtävä käyttöönottotarkastus, jossa riittävän laajasti selvitetään, ettei sähkölaitteistosta aiheudu sähköturvallisuuslain (410/96) 5§ tarkoitettua vaaraa tai häiriötä. (ST 51.41)*

Käyttöönottotarkastus tulee suorittaa ennen sähkölaitteiston tai sen osan käyttöönottamista. Varsinaisen käyttöönottotarkastuksen ja mittaukset tekee laitteiston korjannut tai asentanut yritys eli yleisesti urakoitsija. Käyttöönottotarkastus voidaan jakaa karkeasti kahteen osa-alueeseen, aistinvaraiseen tarkastukseen sekä mittauksiin ja testauksiin. Urakoitsijan lisäksi sähkötöiden valvoja tekee säännöllisesti aistinvaraisia tarkastuksia työn aikana sekä käyttöönottilaisuudessa.

Aistinvaraiset tarkastukset tehdään työn kuluessa, jolloin huomatu viat ja puutteet tulee korjata välittömästi tai mahdollisimman nopeasti. Näin vältetään korjaustöiden kasautumiselta ja mahdolliselta rakenteiden purkamiselta myöhemmässä vaiheessa. Aistinvaraisessa tarkastuksessa kiinnitetään huomioita muun muassa tarvikkeiden ja asennusten kulloistenkin voimassaolevien määräysten täyttymiseen ja turvallisuuteen. Vikasuojauksen toteutumiseen sekä sähkölaitteiden oikeanmukaiseen sijoitteluun, on myös syytä kiinnittää huomiota. Johdinpoikkipintojen koko sekä liitosten tiukkuus ovat tärkeitä. Suojalaitteet tulee olla suunnitelman mukaisia ja yhteensopivia vanhojen laitteiden kanssa. Sähköasennusten piirustukset tulee olla päivitetty nykytilaa vastaavaksi. Laitteiden ja keskusten merkinnät tulee löytyä ja olla ajan tasalla. Myös rakentamisen laadun ja siisteyden tulee vastata hyvän rakennustavan mukaista mallia.

Urakoitsija tekee mittaukset ja testaukset. Käyttöönottotarkastuksen mittaukset suoritetaan pääasiassa sovitulla työalueella, mutta joskus vanhoissa kohteissa on tarpeen tehdä laajempia mittauksia. Tällöin on eroteltava selkeästi mittauspöytäkirjassa, mitkä tulokset koskevat mitäkin aluetta. Mittaukset suoritetaan saneerauskohteissa, SFS 6000 standardin selostamalla tavalla, kuten uudiskohteissakin. Jotain poikkeuksia saattaa käytännön syistä olla. Standardissa mittauksille annetaan tietty suoritusjärjestys, jota tulisi noudattaa eli

- a) suojajohtimen jatkuvuus
- b) sähköasennuksen eristysresistanssi
- c) SELV- ja PELV-piirien tai sähköisesti erotettujen piirien erotus

- d) lattia- ja seinäpintojen resistanssin mittaus
- e) syötön automaattisen poiskytkennän toiminta
- f) lisäsuojaus
- g) napaisuustesti
- h) kiertosuunnan mittaus
- i) toiminta- ja käyttötestit.

Saadut tulokset tallennetaan mittalaitteen muistiin ja tulostetaan. Vaihtoehtoisesti voidaan täyttää käyttöönottotarkastuspöytäkirjaa. Valmiita lomakkeita saa esimerkiksi ST-kortistosta tai Sähköinfo Oy:stä. Käyttöönotto- tai vastaanottotilaisuudessa tulee olla täytetty ja allekirjoitettu mittauspöytäkirja käytettävissä, muuten kohdetta tai huoneistoa ei voida ottaa käyttöön, saati luovuttaa. Sähkötöiden valvoja tai päävalvoja tarkastaa pöytäkirjan oikeellisuuden. Pienissä kohteissa esimerkiksi pientaloissa, ei välttämättä tehdä tarkastuspöytäkirjaa vaan riittää, että urakoitsija on tehnyt mittaukset ja todennut kaiken olevan kunnossa.

Hyvin usein isoissa kohteissa, kuten kerrostalojen linjasaneerauksissa, tehdään käyttöönottotarkastuksia pienille osa-alueille kerrallaan. Näin saadaan yksittäisiä huoneistoja käyttöön, muun työmaan jatkuessa. Varsinainen työmaan vastaanottotarkastus tehdään vasta, kun koko työmaa on valmis. Tällöin tekniset tarkastukset on käytännössä tehty käyttöönottojen aikana, joten vastaanottotarkastus on muodoltaan enemmän hallinnollinen. Käyttöönotto- ja vastaanottotarkastuksissa havaituista puutteista tehdään virheluettelo eli kansankielellä *narinalista*. Viimeistään vastaanoton aikana on sovittava jälkitarkastuksesta, johon mennessä havaitut virheet tulee korjata urakoitsijan toimesta. Jälkitarkastuksen ajankohta vaihtelee, virheiden laajuudesta riippuen. Jälkitarkastuksia voidaan pitää useampia, mikäli virheitä ei ole ajoissa korjattu.

Työmaan valmistumisen ja luovuttamisen jälkeen, tehdään vielä takuuaikaisia tarkastuksia. Mikäli takuuaikana ilmenee virheitä, tulisi tilaajan ilmoittaa niistä välittömästi urakoitsijalle. On myös tärkeää, että noudatetaan urakoitsijan antamia huolto- ja tarkastusohjeita, muuten urakoitsija saattaa vedota vastuunvapautumiseen huolto-ohjeiden laiminlyönneistä. Jos virheet ovat vähäisiä, riittää, että ne tarkastetaan ja korjataan vuosittain kuukorjauksen yhteydessä. On tärkeää, että myös sähkötöiden valvoja tai päävalvoja osallistuu vuositakuutarkastuksiin. Takuuaika on yleisesti kaksi vuotta, mutta joidenkin järjestelmien kohdalla aika voi olla myös pidempi. [5, s. 198–202; 6, s. 16–18; 7, s. 1–8.]

## 4 Esimerkkikohteiden energiankulutus

Kohteiksi valittiin 15 kerrostaloyhtiötä pääkaupunkiseudun alueelta. Kohteita käsitellään työssä rakennusvuoden perusteella, esim. As. Oy 1961. Kohteista kahdeksan käsitellään tarkemmin työssä, kaikki mittaustulokset ovat liitteenä työn lopussa (ks. liite 3). Kohteisiin on toteutettu linjasaneeraus ja sen yhteydessä sähkösaneeraus viime vuosien aikana. Sähkösuunnittelu on tehty Suomen Talokeskus Oy:ssä. Kulutustietoja on tutkittu ennen ja jälkeen linjasaneerauksen, saneerausaika on jätetty huomiotta.

Kulutustiedot kohteista on saatu Tampuuri-ohjelmiston kautta. Kulutustietoja tutkittiin sähkö- ja lämpöenergiankulutuksesta sekä vedenkulutuksesta. Pääpaino tarkastelulla on sähköenergiankulutuksessa, jossa mitattiin ainoastaan kiinteistösähkönkulutus. Tampuuri on taloyhtiöille tarjottava kokonaisvaltainen kiinteistönhoitoon liittyvä ohjelmisto. Sitä käytetään internetin välityksellä ja sen avulla voidaan hoitaa monenlaisia asioita asukastiedottamisesta, energiankulutusseurantaan. Tampuuri-ohjelmistot ovat Talokeskus Yhtiöt Oy:n alla toimivan Agenteq Solutions Oy:n ylläpitämä palvelu.

### 4.1 Tutkitut kohteet

Kohteista on mitattu sekä absoluuttinen kulutus että ominaiskulutus rakennuskuutioita kohden. Ennen ja jälkeen muutosprosentti on laskettu muutaman vuoden keskiarvokulutuksesta. Sähköenergiankulutuksesta voitiin mitata ainoastaan kiinteistösähkön kulutus, siten esimerkiksi huoneistoihin asennetut sähköiset lattialämmitykset eivät näy kiinteistön kulutuksessa. Monissa työselostuksissa ja piirustuksissa oli lisäksi puutteita yleisten tilojen sähköisten lattialämmitysten kanssa. Myös räystäslämmityksistä ei aina ollut mainintaa. Nämä jätettiin erikseen mainitsematta kohteisiin tehdyissä muutoksissa.

#### 4.1.1 AS OY 1939

Kiinteistö on vuonna 1939 rakennettu yhdistetty asuin- ja liikekerrostalo. Saneeraus on valmistunut vuonna 2010. Kiinteistön rakennustilavuus on 7 190 m<sup>3</sup> ja bruttoala 2 179 m<sup>2</sup>. Kiinteistön asukasmäärä on yli 50 asukasta. Lämmitysmuotona on kaukolämpö. Sähkösaneeraus suoritettiin linjasaneerauksen yhteydessä. LVI-laitteisiin tehtiin tarvittavat säätö- ja uusimistoimenpiteet. Energiatehokkuuden parantamiseen ei kiinnitetty erityistä huomiota suunnittelun tai toteutuksen aikana.

Sähkösaneerauksessa kiinteistöön uusittiin liityntäkaapeli AXMK 4x185S -tyyppiseksi. Myös pää- ja kiinteistökeskus sekä kuusi monimittarikeskusta uusittiin. Lisäksi asuntojen ja myymälöiden ryhmäkeskukset vaihdettiin. Pää- ja nousujohdot sekä antenni- ja yleiskaapelointijärjestelmät uusittiin. Kellaritiloihin asennettiin kaapelihylyt uusia kaapelointeja varten. Kellari-, ullakko- ja porrastilojen valaistusta parannettiin, vanhat valaisimet säilytettiin osassa tiloista käytössä. Yleisten tilojen valaistus on osin painikeohjauksella ja osin liiketunnistinohjauksella. Porrashuoneiden osalta päällä oloa on rajoitettu päästöhidasteisella releellä, joka sammuttaa valot halutun ajan kuluttua. Ulkovalaistus oli aikaisemmin hämärätunnistusohjauksen takana ja se säilytettiin saneerauksen yhteydessä. Asennetut valaisimet olivat E27-kantaisia sekä loisteputkivalaisimia 26 mm vakiosarjan loisteputkilla.

Taulukko 1. As Oy 1939:n mitatut kulutustiedot.

**AS OY 1939 (7190 m³) saneerausvuosi 2010**

	2007	2008	2009	2011	2012	2013	muutos ka (%)
Lämmönkulutus MWh	285	269	298	318	346	304	13,6
Ominaislämpö kWh/Rm³	39,6	37,3	41,4	44,3	48,1	42,3	
Vedenkulutus m³	2406	2608	2420	2482	3048	3136	16,6
Veden ominaiskulutus l/Rm³	335	363	337	345	424	436	
Sähkönkulutus kWh	10329	11291	11145	8822	7189	7181	-29,2
Sähkön ominaiskulutus kWh/Rm³	1,4	1,6	1,6	1,2	1	1	

Kiinteistön kulutustiedot tutkittiin ennen ja jälkeen linjasaneerauksen (ks. taulukko 1; liite 3). Kiinteistön kokonaislämpöenergiankulutus nousi 13,6 %. Myös kokonaisvedenkulutus nousi 16,6 %. Sähköenergiasta huomioitiin ainoastaan kiinteistösähkön osuus, joka laski 29,2 %.

#### 4.1.2 AS OY 1940

Kiinteistö on vuonna 1940 rakennettu, yhdistetty asuin- ja liikekerrostalo. Saneeraus on valmistunut vuonna 2010. Kiinteistön rakennustilavuus on 11 320 m³ ja bruttoala 2 854 m². Kiinteistön huoneistomäärä on 48 huoneistoa. Kiinteistö käsittää kaksi rakennusta. Lämmitysmuotona on kaukolämpö. Sähkösaneeraus suoritettiin linjasaneerauksen yhteydessä. LVI-laitteisiin tehtiin tarvittavat säätö- ja uusimistoimenpiteet. Energiatehokkuuden parantamiseen ei kiinnitetty erityistä huomiota suunnittelun tai toteutuksen aikana energiasäästölamppujen käyttöä lukuun ottamatta.

Sähkösaneerauksessa molempiin rakennuksiin uusittiin liityntäkaapeli AXMK 4x70S - tyyppiseksi. Pää- ja kiinteistökeskus on uusittu aikaisemmin kummastakin rakennuksesta, joten nämä jätettiin käyttöön. Molempiin kiinteistökeskuksiin lisättiin kuitenkin laajennusosa. Uusia monimittarikeskuksia hankittiin yhteensä kuusi kappaletta, jotta mitaukset saatiin keskitettyä. Lisäksi asuntojen ja myymälöiden ryhmäkeskukset vaihdettiin. Pää- ja nousujohdot sekä antenni- ja yleiskaapelointijärjestelmät uusittiin. Kellaritiloihin asennettiin kaapelihylyt uusia kaapelointeja varten. Kellari-, ullakko- ja porrastilojen valaistusta uusittiin kokonaisuudessaan. Yleisten tilojen valaistus on toteutettu painikeohjauksella. Ulkovalaistus asennettiin hämärätunnistusohjauksen taakse, kuten aikaisemminkin. Uusitut valaisimet olivat E27-kantaisia, joihin asennettiin energiasäästölamput sekä loisteputkivalaisimia pistokannalla ja 26 mm vakiosarjan loisteputkilla.

Taulukko 2. As Oy 1940:n kulutustiedot.

**AS OY 1940 (11320 m<sup>3</sup>) saneerausvuosi 2009-10**

	2007	2008	2011	2012	2013	muutos ka (%)
Lämmönkulutus MWh	579	579	593	635	615	6,1
Ominaislämpö kWh/Rm <sup>3</sup>	51,2	51,2	52,4	56,1	54,4	
Vedenkulutus m <sup>3</sup>	4009	3875	3143	3464	3477	-14,7
Veden ominaiskulutus l/Rm <sup>3</sup>	354	342	278	306	307	
Sähkönkulutus kWh	12700	12639	13952	15033	14569	14,6
Sähkön ominaiskulutus kWh/Rm <sup>3</sup>	1,1	1,1	1,2	1,3	1,3	

Kiinteistön kulutustiedot tutkittiin ennen ja jälkeen linjasaneerauksen (ks. taulukko 2; liite 3). Kiinteistön kokonaislämpöenergiankulutus nousi 6,1 %. Kokonaisvedenkulutus laski 14,7 %. Sähköenergiasta huomioitiin ainoastaan kiinteistösähkön osuus, joka nousi 14,6 %.

#### 4.1.3 AS OY 1953A

Kiinteistö on vuonna 1953 rakennettu yhdistetty asuin- ja liikekerrostalo. Saneeraus on valmistunut vuonna 2008. Kiinteistön rakennustilavuus on 18 629 m<sup>3</sup> ja bruttoala 5 664 m<sup>2</sup>. Kiinteistössä on 71 asuntoa. Lämmitysmuotona on kaukolämpö. Kohteeseen tehtiin sähkö- ja teleasennusten perusparannus linjasaneerauksen yhteydessä. LVI-laitteisiin tehtiin tarvittavat säätö- ja uusimistoimenpiteet. Energiatehokkuuden parantamiseen ei kiinnitetty erityistä huomiota suunnittelun tai toteutuksen aikana.

Sähkösaneerauksessa kiinteistöön lisättiin liityntäkaapeli AXMK 4x185S entisen 3x120+70Cu kaapelin rinnalle. Pää- ja kiinteistökeskus uusittiin ja lisäksi asennettiin neljä monimittarikeskusta, joihin keskitettiin sähköenergian mittaus. Asuntojen ja yhden liiketilan ryhmäkeskukset vaihdettiin, muissa liiketiloissa jätettiin vanhat keskukset käyttöön. Pää- ja nousujohdot sekä antenni- ja yleiskaapelointijärjestelmät uusittiin. Kellari-tiloihin asennettiin kaapelihyllyt uusia kaapelointeja varten. Kellari- ja ullakotilojen valaistus uusittiin ja porrastilojen valaistusta parannettiin, vanhat valaisimet säilytettiin käytössä rinnan uusien kanssa. Yleisten tilojen valaistus toteutettiin painikeohjauksella. Porashuoneiden osalta päällä oloa on rajoitettu päästöhidasteisella releellä, joka sammuttaa valot halutun ajan kuluttua. Ulkovaistus asennettiin hämärätunnistimella toimivaksi. Asennetut valaisimet olivat E27-kantaisia sekä loisteputkivalaisimia, pistokannalla ja 26 mm vakiosarjan loisteputkillä.

Taulukko 3. As Oy 1953A:n kulutustiedot.

**AS OY 1953A (18629 m<sup>3</sup>) saneerausvuosi 2008**

	2005	2006	2007	2009	2010	2011	muutos ka (%)
Lämmönkulutus MWh	824	863	841	840	887	757	-1,7
Ominaislämpö kWh/Rm <sup>3</sup>	44,3	46,3	45,2	45,1	47,6	40,6	
Vedenkulutus m <sup>3</sup>	6073	6204	6200	4653	5142	5333	-18,1
Veden ominaiskulutus l/Rm <sup>3</sup>	326	333	333	250	276	286	
Sähkönkulutus kWh	23802	25228	25255	35357	35233	35661	43,0
Sähkön ominaiskulutus kWh/Rm <sup>3</sup>	1,3	1,4	1,4	1,9	1,9	1,9	

Kiinteistön kulutustiedot tutkittiin ennen ja jälkeen sähkösaneerauksen (ks. taulukko 3; liite 3). Kiinteistön kokonaislämpöenergiankulutus laski 1,7 %. Kokonaisvedenkulutus laski 18,1 %. Sähköenergiasta huomioitiin ainoastaan kiinteistösähkön osuus, joka nousi 43,0 %.

#### 4.1.4 AS OY 1953B

Kiinteistö on vuonna 1953 rakennettu yhdistetty asuin- ja liikekerrostalo. Saneeraus on valmistunut vuonna 2010. Kiinteistön rakennustilavuus on 16 750 m<sup>3</sup> ja bruttoala 3 895 m<sup>2</sup>. Kiinteistö käsittää kaksi rakennusta ja 54 asuntoa. Lämmitysmuotona on kaukolämpö. Sähkösaneeraus suoritettiin linjasaneerauksen yhteydessä. LVI-laitteisiin tehtiin tarvittavat säätö- ja uusimistoimenpiteet. Energiatohokkuuden parantamiseen ei kiinnitetty erityistä huomiota suunnittelun tai toteutuksen aikana energiasäästölampujen käyttöä lukuun ottamatta.

Sähkösaneerauksessa kiinteistöön uusittiin liityntäkaapeli AXMK 4x185S -tyyppiseksi. Pää- ja nousukeskus sekä kiinteistökeskukset uusittiin. Uudet monimittarikeskukset asennettiin porraskohtaisesti (6 kpl). Lisäksi asuntojen ja liiketilojen ryhmäkeskukset vaihdettiin. Pää- ja nousujohdot sekä antenni- ja yleiskaapelointijärjestelmät uusittiin. Kellaritiloihin asennettiin kaapelihyllyt uusia kaapelointeja varten. Kellaritilojen valaistus uusittiin, ullakotilojen valaistus säilytettiin käytössä. Porrashuoneiden valaisimet huollettiin ja niihin vaihdettiin energiasäästölamput. Yleisten tilojen valaistus on osin painikeohjauksella. Porrashuoneiden osalta päällä oloa on rajoitettu päästöhidasteisella releellä, joka sammuttaa valot halutun ajan kuluttua. Ulkovalaistus laitettiin hämärätunnistimen ja vrk-kellon taakse, näin esimerkiksi yöaikaan on mahdollista sammuttaa pihavalistus. Asennetut valaisimet olivat E27-kantaisia energiasäästölampulla varustettuja sekä loisteputkivalaisimia 26 mm vakiosarjan loisteputkilla ja pistokanta putkilla.

Taulukko 4. As Oy 1953B:n kulutustiedot.

**AS OY 1953B (16750 m<sup>3</sup>) saneerausvuosi 2010-11**

	2007	2008	2009	2012	2013	2014	muutos ka (%)
Lämmönkulutus MWh	866	816	833	855	800	834	-1,0
Ominaislämpö kWh/Rm <sup>3</sup>	51,7	48,7	49,7	51	47,8	49,8	
Vedenkulutus m <sup>3</sup>	6233	5764	5520	5088	5236	5533	-9,5
Veden ominaiskulutus l/Rm <sup>3</sup>	372	344	330	304	313	330	
Sähkönkulutus kWh	28962	23318	25795	30755	34305	39292	33,7
Sähkön ominaiskulutus kWh/Rm <sup>3</sup>	1,7	1,4	1,5	1,8	2	2,3	

Kiinteistön kulutustiedot tutkittiin ennen ja jälkeen linjasaneerauksen (ks. taulukko 4; liite 3). Kiinteistön kokonaislämpöenergiankulutus laski 1,0 %. Kokonaisvedenkulutus laski 9,5 %. Sähköenergiasta huomioitiin ainoastaan kiinteistösähkön osuus, joka nousi 33,7 %.

#### 4.1.5 AS OY 1956

Kiinteistö on vuonna 1956 rakennettu yhdistetty asuin- ja liikekerrostalo. Saneeraus on valmistunut vuonna 2011. Kiinteistön rakennustilavuus on 5 460 m<sup>3</sup> ja bruttoala 1 584 m<sup>2</sup>. Kiinteistössä on 24 asuntoa. Lämmitysmuotona on kaukolämpö. Sähkösaneeraus suoritettiin linjasaneerauksen yhteydessä. LVI-laitteisiin tehtiin tarvittavat säätö- ja uusimistoimenpiteet. Energiatehokkuuden parantamiseen ei kiinnitetty erityistä huomiota suunnittelun tai toteutuksen aikana.



Sähkösaneerauksessa kiinteistöön uusittiin liityntäkaapeli AXMK 4x185S -tyyppiseksi. Myös pää- ja kiinteistökeskus sekä monimittarikeskukset uusittiin. Lisäksi asuntojen ja liiketilojen ryhmäkeskukset vaihdettiin. Pää- ja nousujohdot sekä antenni- ja yleiskaapelointijärjestelmät uusittiin. Kellaritiloihin asennettiin kaapelihyllyt uusia kaapelointeja varten. Kellari-, ullakko- ja porrastilojen valaistus uusittiin. Yleisten tilojen valaistus on osin painikeohjauksella ja osin liiketunnistinohjauksella. Porrashuoneiden osalta päällä oloa on rajoitettu päästöhidasteisella releellä, joka sammuttaa valot halutun ajan kuluttua. Ulkovaalaistus asennettiin hämärätunnistusohjauksen taakse. Asennetut valaisimet olivat pääosin T5-loisteputkivalaisimia.

Taulukko 5. As Oy 1956:n kulutustiedot.

**AS OY 1956 (5460 m³) saneerausvuosi 2011**

	2008	2009	2010	2012	2013	2014	muutos ka (%)
Lämmönkulutus MWh	263	280	296	231	218	209	-21,6
Ominaislämpö kWh/Rm³	48,1	51,2	54,2	42,3	40	38,3	
Vedenkulutus m³	1583	1588	1528	1171	1135	1089	-27,8
Veden ominaiskulutus l/Rm³	290	291	280	214	208	200	
Sähkönkulutus kWh	3793	4072	3911	18450	20801	21512	416,0
Sähkön ominaiskulutus kWh/Rm³	0,7	0,7	0,7	3,4	3,8	3,9	

Kiinteistön kulutustiedot tutkittiin ennen ja jälkeen linjasaneerauksen (ks. taulukko 5; liite 3). Kiinteistön kokonaislämpöenergiankulutus laski 21,6 %. Kokonaisvedenkulutus laski 27,8 %. Sähköenergiasta huomioitiin ainoastaan kiinteistösähkön osuus, joka nousi 416,0 %.

#### 4.1.6 AS OY 1958

Kiinteistö on vuonna 1958 rakennettu yhdistetty asuin- ja liikekerrostalo. Saneeraus on valmistunut vuonna 2009. Kiinteistön rakennustilavuus on 13 500 m³ ja huoneistoala 3 094 m². Kiinteistössä on 56 huoneistoa. Lämmitysmuotona on kaukolämpö. Sähkösaneeraus suoritettiin linjasaneerauksen yhteydessä. LVI-laitteisiin tehtiin tarvittavat säätö- ja uusimistoimenpiteet. Energiatehokkuuden parantamiseen ei kiinnitetty erityistä huomiota suunnittelun tai toteutuksen aikana.

Sähkösaneerauksessa kiinteistöön uusittiin liityntäkaapeli AXMK 4x185S -tyyppiseksi. Myös pää- ja kiinteistökeskus sekä neljä monimittarikeskusta uusittiin. Lisäksi asuntojen

ja myymälöiden ryhmäkeskukset vaihdettiin. Pää- ja nousujohtot sekä antenni- ja yleiskaapelointijärjestelmät uusittiin. Kellaritiloihin asennettiin kaapelihylyt uusia kaapelointeja varten. Kellari-, ja ullakotilojen valaistus uusittiin. Porrastiloissa valaistusta parannettiin lisäämällä uusia valopisteitä, vanhat valaisimet säilytettiin käytössä. Yleisten tilojen valaistus on osin painikeohjauksella ja osin liiketunnistinohjauksella. Porrashuoneiden osalta päällä oloa on rajoitettu päästöhidasteisella releellä, joka sammuttaa valot halutun ajan kuluttua. Ulkovalaistus asennettiin hämärätunnistusohjauksen taakse. Asennetut valaisimet olivat E27-kantaisia sekä loisteputkivalaisimia 26 mm vakiosarjan loisteputkilla ja pistokantaisilla loisteputkilla. Yleiseen pesutilaan asennettiin sähköinen lattialämmitys.

Taulukko 6. As Oy 1958:n kulutustiedot.

**AS OY 1958 (13500 m<sup>3</sup>) saneerausvuosi 2009**

	2006	2007	2008	2010	2011	muutos ka (%)
Lämmönkulutus MWh	806	788	773	779	751	-3,0
Ominaislämpö kWh/Rm <sup>3</sup>	59,7	58,4	57,3	57,7	55,6	
Vedenkulutus m <sup>3</sup>	5053	5473	5160	3240	3432	-36,2
Veden ominaiskulutus l/Rm <sup>3</sup>	374	405	382	240	254	
Sähkönkulutus kWh	27130	26450	25494	33394	38956	37,2
Sähkön ominaiskulutus kWh/Rm <sup>3</sup>	2	2	1,9	2,5	2,9	

Kiinteistön kulutustiedot tutkittiin ennen ja jälkeen linjasaneerauksen (ks. taulukko 6; liite 3). Kiinteistön kokonaislämpöenergiankulutus laski 3,0 %. Kokonaisvedenkulutus laski 36,2 %. Sähköenergiasta huomioitiin ainoastaan kiinteistösähkön osuus, joka nousi 37,2 %.

#### 4.1.7 AS OY 1961

Kiinteistö on vuonna 1961 rakennettu yhdistetty asuin- ja liikekerrostalo. Saneeraus on valmistunut vuonna 2010. Kiinteistön rakennustilavuus on 14 000 m<sup>3</sup> ja bruttoala 4 752 m<sup>2</sup>. Kiinteistössä on 75 asuntoa. Lämmitysmuotona on kaukolämpö. Sähkö saneeraus suoritettiin linjasaneerauksen yhteydessä. LVI-laitteisiin tehtiin tarvittavat säätö- ja uusimistoimenpiteet. Energiatohokkuuden parantamiseen ei kiinnitetty erityistä huomiota suunnittelun tai toteutuksen aikana.

Sähkö saneerauksessa kiinteistöön uusittiin liityntäkaapeliksi 2 x AXMK 4x185S -tyypiseksi. Myös pää- ja kiinteistökeskus sekä kuusi monimittarikeskusta uusittiin. Lisäksi

asuntojen ja myymälöiden ryhmäkeskukset vaihdettiin. Pää- ja nousujohdot sekä antenni- ja yleiskaapelointijärjestelmät uusittiin. Kellaritiloihin asennettiin kaapelihiyllyt uusia kaapelointeja varten. Kellari-, ullakko- ja porrastilojen valaistus uusittiin. Yleisten tilojen valaistus on osin painikeohjauksella ja osin perinteisellä katkaisinohjauksella. Porashuoneiden osalta päällä oloa on rajoitettu päästöhidasteisella releellä, joka sammuttaa valot halutun ajan kuluttua. Ulkovalaistus asennettiin hämäräkytkimellä toimivaksi. Asennetut valaisimet olivat E27-kantaisia (osa energiasäästölampeilla) sekä loisteputki-valaisimia 26 mm vakiosarjan loisteputkilla ja pistokanta loisteputkilla.

Taulukko 7. AS Oy 1961:n kulutustiedot.

**AS OY 1961 (14000 m<sup>3</sup>) saneerausvuosi 2009-10**

	2006	2007	2008	2011	2012	2013	muutos ka (%)
Lämmönkulutus MWh	719	698	631	700	709	662	1,1
Ominaislämpö kWh/Rm <sup>3</sup>	51,4	49,9	45,1	50	50,6	47,3	
Vedenkulutus m <sup>3</sup>	6877	6476	6865	5248	5402	5490	-20,2
Veden ominaiskulutus l/Rm <sup>3</sup>	491	463	490	375	386	392	
Sähkönkulutus kWh	29101	28532	29497	37224	39414	34063	27,1
Sähkön ominaiskulutus kWh/Rm <sup>3</sup>	2,1	2	2,1	2,7	2,8	2,4	

Kiinteistön kulutustiedot tutkittiin ennen ja jälkeen linjasaneerauksen (ks. taulukko 7; liite 3). Kiinteistön kokonaislämpöenergiankulutus nousi 1,1 %. Kokonaisvedenkulutus laski 20,2 %. Sähköenergiasta huomioitiin ainoastaan kiinteistösähkön osuus, joka nousi 27,1 %.

#### 4.1.8 AS OY 1973

Kiinteistö on vuonna 1973 rakennettu yhdistetty asuin- ja liikekerrostalo. Saneeraus on valmistunut vuonna 2009. Kiinteistön rakennustilavuus on 27 280 m<sup>3</sup> ja bruttoala 9 093 m<sup>2</sup>. Kiinteistön huoneistomäärä on 93, se käsittää neljä rakennusta. Lämmitysmuotona on kaukolämpö. Sähkösaneeraus suoritettiin poistoilmapuhaltimien uusimistyön yhteydessä. Energiatehokkuuden parantamiseen ei kiinnitetty erityistä huomiota suunnittelun tai toteutuksen aikana. Sähkösaneerauksessa kiinteistöön ei uusittu liittymää tai keskuk-sia. Katolle asennettiin uudet taajuusmuuttajakäyttöiset poistopuhaltimet vanhojen tilalle. Kellaritiloihin asennettiin ohjauskeskukset käyttöä varten. Lisäksi jokaiseen taloon asennettiin ulkokäyttöinen kaksitoiminen termostaatti, puhaltimien ohjausta varten. Valaistukseen tai lämmitykseen ei tehty muutoksia.

Taulukko 8. As Oy 1973:n kulutustiedot.

**AS OY 1973 (27280 m<sup>3</sup>) saneerausvuosi 2009**

	2006	2007	2008	2010	2011	2012	muutos ka (%)
Lämmönkulutus MWh	886	829	1108	1301	1135	1151	27,1
Ominaislämpö kWh/Rm <sup>3</sup>	32,5	30,4	40,6	47,7	41,6	42,2	
Vedenkulutus m <sup>3</sup>	9213	9356	9138	9394	8673	8435	-4,3
Veden ominaiskulutus l/Rm <sup>3</sup>	338	343	335	344	318	309	
Sähkönkulutus kWh	96777	95769	89663	77507	78193	75770	-18,0
Sähkön ominaiskulutus kWh/Rm <sup>3</sup>	3,5	3,5	3,3	2,8	2,9	2,8	

Kiinteistön kulutustiedot tutkittiin ennen ja jälkeen poistopuhaltimien vaihdon (ks. taulukko 8; liite 3). Kiinteistön kokonaislämpöenergiankulutus nousi 27,1 %. Kokonaisvedenkulutus laski 4,3 %. Sähköenergiasta huomioitiin ainoastaan kiinteistösähkön osuus, joka laski 18,0 %.

#### 4.2 Kulutusmuutosten analysointi

Kerrostalon energiankulutus koostuu useista osatekijöistä. Tässä työssä tutkittiin erityisesti sähköenergian kulutusmuutoksia, mutta monesti osatekijät vaikuttavat toisiinsa ja siksi täytyy tarkastella myös muuta kulutusta.

Sähköenergiankulutus tyypillisen 1960–70 kerrostalon ostoenergiankulutuksesta on noin 25 %, sisältäen huoneistojen sähkönkulutuksen. Täten kiinteistösähkön osuus on hyvin pieni kokonaisenergiataloutta ajatellen. Mittaustulosten perusteella voi sanoa, että tutkituissa kohteissa kiinteistösähköön kulunut energia vastasi noin 5–10 % lämpöenergian määrästä. Suurimmat säästöpotentiaalit kokonaisenergian suhteen löytyivät usein lämmön- ja vedenkulutuksesta.

Lämpöenergiankulutus pysyi isossa osassa tutkituista kohteista muutaman prosentin tarkkuudella samalla tasolla. Oli myös kohteita, joissa lämmönkulutus nousi selkeästi. Tämä saattaa selittyä osin esimerkiksi ilmanvaihtojärjestelmän tehokkaammalla toiminnalla, kuten kohteen As Oy 1973 mittaustuloksista on selkeästi nähtävissä. Lämpöenergiankulutus on osin sidottu myös kerrostalon vaipan eristävyyteen ja linjasaneerauksissa harvemmin parannetaan sitä. Noin puolessa kohteita oli havaittavissa jonkinasteista lämmönkulutuksen laskua. Tähän liittyi usein voimakas vedenkulutuksen lasku sekä sähkönkulutuksen nousu. Vedenkäytöstä on tutkitusti noin 40 % lämmintä vettä, joten

vedenkulutuksen väheneminen vaikuttaa myös lämmönkulutukseen. Jos sähköistä mukavuuslämmitystä asennetaan paljon, on sillä myös hieman muuta lämmönkulutusta vähentävä vaikutus.

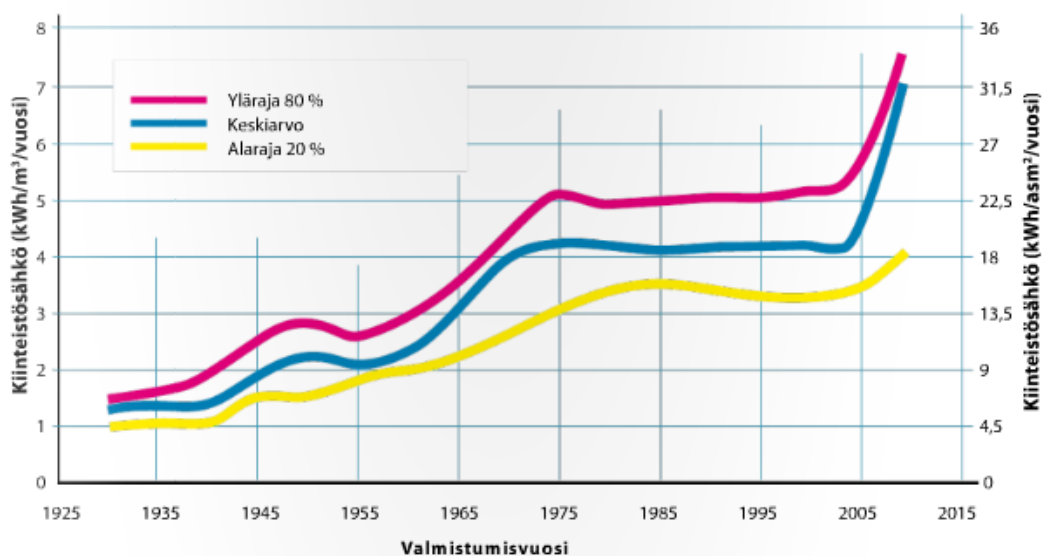
Vedenkulutus laski kahta poikkeusta lukuun ottamatta kaikissa kohteissa. Kulutuksen lasku vaihteli noin 5–35 %, ollen keskimäärin 15 %. Yllättäen se ei näkynyt suoraan alentuneena lämmönkulutuksena, joten todennäköisesti jotkin muut tekijät vaikuttivat päinvastoin, kuten edellä mainittu ilmanvaihdon tehostuminen. Yleisimmät lämmön- ja vedenkulutukseen vaikuttavat toimenpiteet, joita linjasaneerauksen yhteydessä tehdään, ovat

- patteriventtiilien uusiminen
- kaukolämpölaitteiden uusiminen
- patteriverkoston perussäätö
- putkieristeiden vaihto
- yleisten tilojen lämpötilan säätö
- vesikalusteiden uusiminen
- vedenpaineen alennus
- huoneistokohtaiset vesimittarit.

Myös ilmanvaihtojärjestelmän parannuksilla on merkittävä vaikutus kiinteistön energiankulutukseen. Pelkällä kanavien putsauksella ja venttiilien uusimisella ja säädöllä on jo selkeä vaikutus. Uusimalla puhaltimet energiankulutukseltaan tehokkaampiin, saadaan kiinteistösähkönkulutusta merkittävästi pudotettua, kuten As Oy 1973 tapauksessa.

Kiinteistösähkönkulutus nousi suurimmassa osassa kohteita, vain kolmasosassa kulutus laski jollain tasolla. Poistoilmapuhaltimien vaihtokohteessa sähkönkulutus laski selkeästi. Myös As Oy 1939:ssä kulutus laski merkittävästi, syytä tähän ei suoranaisesti löydetty tutkittavasta materiaalista. Tosin yleisten tilojen valaistuksen ohjausta parannettiin, mutta toisaalta valaistuksen määrää lisättiin. Myöskään isoista varustelumuutoksista ei ollut merkintää materiaalisissa. Kulutuksen nousu muissa kohteissa johtui selkeästi muutamasta seikasta. Valaistuksen määrää lisättiin kaikissa kohteissa, osin jätettiin vanhat valaisimet käyttöön rinnan. Myöskään asennettujen valaisimien energiatehokkuus ei ollut paras mahdollinen, pääosin uusitut valaisimet olivat energialuokaltaan vanhoja vastaavia. Parissa kohteessa tosin käytettiin energiasäästölamppuja hehkulamppujen tilalla ja yhdessä T5-loisteputkea. Vaikka valaistuksen ohjaustakin yleisesti parannettiin, nosti

kasvanut valaistuksen määrä kulutusta. Toinen selkeä sähköenergiankulutusta nostanut seikka oli sähköisen lattialämmityksen asentaminen yleisiin sauna- ja pesutiloihin. Myös vanhempien kiinteistöjen vaatimaton varustelutaso voi vaikuttaa kulutusta nostavasti. Usein yleisiin kellaritiloihin on lisätty uusia sähkölaitteita tai tilojen käytettävyyttä on muutettu niin, että siellä vietetään enemmän aikaa.



Kuva 2. Kiinteistösähkön ominaiskulutuksen kehitys asuinkerrostalossa [10].

Sähköisen varustelun muutos eri vuosikymmeninä näkyi erityisen selkeästi tutkitun materiaalin ominaiskulutuksissa. Kun vanhimpien kohteiden kiinteistösähkön ominaiskulutus oli vuodessa luokkaa 1–1,5 kWh/Rm<sup>3</sup> (kilowattituntia/rakennuskuutio), lähenteli se uudemmissa jo 3 kWh/Rm<sup>3</sup>. Osassa kohteita mentiin yli saneerauksen jälkeen. 2000-luvulla valmistuneiden kohteiden keskimääräinen sähkön ominaiskulutus on luokkaa 3–5 kWh/Rm<sup>3</sup>. Lämmön ja veden ominaiskulutukset ovat 1970-luvun jälkeen selkeästi olleet laskusuunnassa. Sähkölaitteiden ja valaistuksen energiatehokkuus on parantunut vuosien saatossa. Varustelutason nosto esimerkiksi koneellinen ilmanvaihto ja mukavuustekijöiden tuotto sähköllä on kuitenkin aiheuttanut sen, että sähkönkulutuksen ominaisluvut ovat pysyneet 70-luvun tasolla ja viime vuosina vielä nousseet (kuva 2). Tämä näkyy myös tutkituissa saneerauskohteissa, joissa pääasiassa sähkönkulutus nousi. [7, s. 9–45;10.]

## 5 Energiatehokkuuden parantaminen

Energiatehokkuuteen kiinnitetään huomiota nykyään yhä enemmän, esimerkiksi tutkimuksissa linjasaneerauskohteissa ei erityisesti otettu huomioon säästäviä toimenpiteitä. Monet nykyään toteutettavat tyyppitoimenpiteet laskevat kuitenkin selkeästi energiankulutusta. Myös rakenteellisilla muutoksilla ja eristepaksuuksia parantamalla päästään hyviin tuloksiin. Tässä esitetään muutamia sähkö- ja lämmitystekniikkaan liittyviä toimenpiteitä.

### 5.1 Valaistuksen energiatehokkuuden parantaminen

Yleisin nykyään toteutettava energiamuutos tulee valaistuksen energiatehokkuuden parantamisesta. Yksistään EU:n *lamppudirektiivi* on jo vaikuttanut paljon valaistuksen tehokkuuteen. Markkinoille on tullut viime vuosina valtava määrä uusia LED-tekniikkaa sekä kehittyntä loisteputkitekniikkaa hyödyntäviä valaisimia. Erityisesti LED-valaisimet ovat laskeneet valaistukseen käytettävän sähköenergian määrää merkittävästi. Myös kotitaloudet hyötyvät uudesta tekniikasta, sillä aina ei tarvitse uusia koko valaisinta. Vanhoihin hehkulamppu- ja halogeenivalaisimiin on tarjolla lähes poikkeuksetta korvaava LED-lamppu. LED-tekniikan puolesta puhuu myös valaisimien huoltovapaus. Hyväläatuiset LED-lamput kestävät normaalikäytössä kymmeniä vuosia, joten vaihtokustannukset ovat pienet.

Pelkkä lampunvaihto ei kuitenkaan vielä riitä. Hyvin tehdyllä valaistussuunnittelulla on mahdollista päästä yhtä aikaa energiatehokkaaseen ja laadukkaaseen valaistukseen. Energiatehokkuutta ei tule toteuttaa pelkästään valosta tinkimällä. Saneerauskohteissa valaisimien valonjako saattaa korvaavilla lampuilla muuttua niin, että käytännössä on järkevämpi vaihtaa koko valaisin ja ohjaustekniikka. Ensimmäinen asia valaistussuunnittelussa tulee olla käyttötarkoituksen huomioiminen ja laadukas valaistus, sitten energiatehokkuus ja hankintahinta, huomioiden koko valaisimen elinkaarikustannukset.

Myös valaistuksen ohjauksella pystytään vaikuttamaan energiankulutukseen. Nykyään hyvä valaistuksenohjaus käsittää liike- ja hämärätunnistimet sekä vakiovalosäädön. Näillä pystytään säästämään kymmeniä prosentteja perinteiseen ohjaukseen verrattuna. Askel pidemmälle voisi olla yleisvalaistuksesta siirtyminen paikallisvalaistukseen. Valoa

ohjattaisiin tunnistimien avulla sinne, missä sitä kulloinkin tarvitaan. Paikallisen valaistuksen taloudellinen toteutus kerrostalossa on kuitenkin kustannustehotonta verrattuna isoon kauppakeskukseen tai vastaavaan tilaan, jossa on paljon yleisvaloa. Paikallista valaistusta voi kokeilla esimerkiksi ulkovalaistuksen ja kävelykatujen valaistuksen osalta. [5, s. 171–175; 7, s. 43–44; 11.]

## 5.2 Sähkönohjausjärjestelmät ja kiinteistöautomaatio

Sähköjärjestelmien ohjauksella ja kiinteistöautomaatiolla tavoitellaan mahdollisimman sujuvaa toimintaa ja miellyttäviä olosuhteita, mahdollisimman vähällä energialla. Energiatehokkuutta automaatiojärjestelmät palvelevat siis erinomaisesti, oikein kohdennettuna ja säädettyinä. Järjestelmiä on eritasoisia, parhaimmassa tapauksessa kiinteistöautomaatioon integroidaan kaikki rakennusautomaatio-, valaistus-, LVI- ja sähkönohjausjärjestelmät sekä kulunvalvontajärjestelmät. Näin on mahdollista ohjata energiankulutusta mahdollisimman tarkasti ja saavuttaa maksimi säästö, muun toiminnan ohella.

Etenkin saneerauskohteissa päädytään usein erillisiin ohjausjärjestelmiin tai valitaan vain yksittäisille järjestelmille älykästä ohjausta. Erilaisia antureita apuna käyttäen voidaan toteuttaa esimerkiksi valaistuksen-, lämmityksen-, ilmanvaihdonohjaus tai säätää vesikiertoa pumppuineen. Energiansäästön ohella järjestelmistä on hyötyä häiriötilanteissa. Järjestelmän havaitessa virheellisen raja-arvon, antaa se hälytyksen, joka mahdollistaa nopean reagoinnin tilanteen vaatimalla tavalla. Myös kulutusseuranta tehostuu automatisoinnin myötä. Yksittäisten laitteiden ja järjestelmien toimintaa pystytään seuraamaan vaikka tunnin tarkkuudella, niin halutessaan. Kulutustiedot pystytään välittämään automaattisesti keskitettyyn järjestelmään, jolloin tietojen tarkistus ja seuranta on helppoa.

Mikään järjestelmä ei toimi ilman hyvää suunnittelua, käytettävyyttä ja säädettävyyttä. Ohjausjärjestelmät tulee räätälöidä kunkin kohteen tarpeiden ja olosuhteiden mukaan. On kiinnitettävä erityistä huomiota järjestelmän säätöihin, jotta järjestelmä pystyy toimimaan tarkoituksensa mukaan ja siitä saadaan täysi hyöty irti. Kiinteistöautomaation oikealla käytötavalla on jopa 10–30 prosentin vaikutus energiankulutukseen. On myös laitteistoja, jotka tarvitsevat säännöllistä käyttöä esimerkiksi kiertovesipumput, joita ei voi pitää täysin sammuksissa lämmityskauden ulkopuolella, vaan ne vaativat lyhyen



päivittäisen pyöräytyksen. Vastaavat laitteistojen erityispiirteet tulee olla tiedossa ja ottaa huomioon järjestelmää valittaessa. Myös laitteiston loppukäyttäjä tulee huomioida ja opastaa riittävillä käyttöohjeilla hälytyksiin ja ilmoituksiin. Osittaista järjestelmää valittaessa tulisi varmistaa myöhempi laajennusmahdollisuus ja integroitavuus muihin järjestelmiin. Myös järjestelmän elinkaarta tulee arvioida sen perusteella, onko todennäköistä, että siihen löytyy koko elinkaaren ajalle laajennus- ja varaosia. [5, s. 171–175; 12; 13.]

### 5.3 Muita energiatehokkuutta parantavia vaihtoehtoja

Poistoilmalämpöpumppu ja aurinkolämpöjärjestelmät ovat yleistyneet viime vuosina kerrostaloissa. Nämä järjestelmät ovat Suomessa vielä suhteellisen uusia, joten käyttökokemuksia ei ole paljoa. Myös kaukolämmön vaihtaminen maalämpöön on vaihtoehto, kaukolämmön kasvaneiden kustannusten myötä.

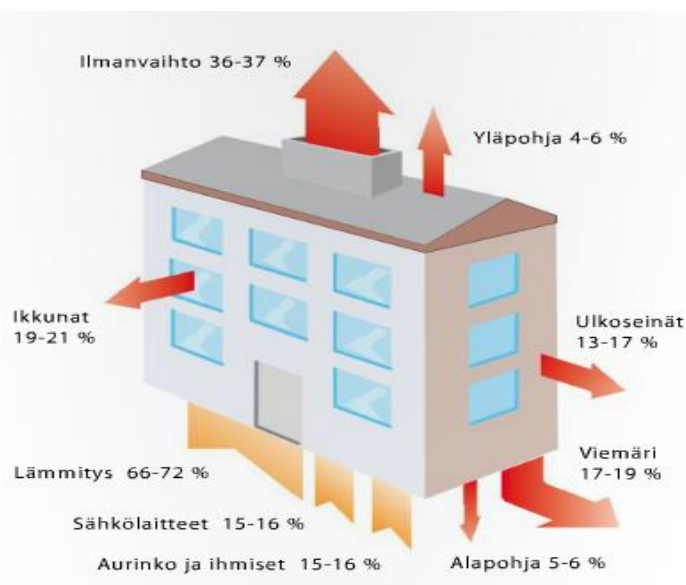
#### 5.3.1 Poistoilmalämpöpumppu

Suomen Rakentamismääräyskokoelmien mukaan asunnon ilman tulee vaihtua kerran kahdessa tunnissa. Koneellisella poistoilmalla varustetuissa kerrostaloissa ilmanvaihto kuluttaa noin 36 % keskimäärin lämpöenergiasta (kuva 3, ks. seur.s.). Tämän energian talteenottaminen on varteenotettava vaihtoehto energiatehokkuutta mietittäessä. Koneellinen poistoilmanvaihto yleistyi kerrostaloissa 60–70 -lukujen aikana, joten aihe on ajankohtainen nyt, näiden kiinteistöjen tullessa korjausikään.

Asuinkerrostaloista yli 90 % lämpenee kaukolämmöllä. Poistoilmalämpöpumppu toimii hyvin kaukolämpöä tukevana järjestelmänä. Se vähentää kaukolämmön ostotarvetta, mutta lisää hieman kiinteistösähkönkulutusta. Kaukolämmön hinta on ollut pitkään nousussa. Ratkaisut, joissa kaukolämmön ostoa voidaan pienentää, ovat kysyttyjä. Lämpöpumppu toimii samalla periaatteella kuin esimerkiksi jääkaappi. Pumppu on suljettu piiri, joka koostuu kahdesta lämmönvaihtimesta, kompressorista, lauhdutimesta, höyrystimestä sekä paisuntaventtiilistä. Lämpö siirtyy piirissä kylmäaineen välityksellä. Poistoilmasta talteenotettu lämpö höyrystää alhaisessa paineessa olevan kylmäaineen, jonka jälkeen kompressorin imee höyryn ja paineistaa sen. Kylmäaineen lämpötila nousee korkeassa paineessa ja lauhdutin ottaa sen talteen ja siirtää sen keruunesteen välityksellä lämmönjakohuoneeseen. Poistoilmalämpöpumppuja eli Pilpejä on hieman erilaisilla tekniikoilla toimivia, mutta perusperiaatteiltaan ne ovat kuitenkin samanlaisia.

Pilpin kallein osa on kompressor, joka on yli puolet pumpun kustannuksista. Kompressorien käyttöikä poistoilmalämpöpumpuissa on noin 15–20 vuotta. Poistoilmatalteenottojärjestelmän asennus ja hankinta on kallis investointi, joka maksaa yleisesti noin 50 000–150 000 €. Ennen hankintaa tulisi kartoittaa kohteen soveltuvuus järjestelmälle. Järjestelmä vaatii suuret jatkuvat poistoilmavirrat, jotta se voi toimia kannattavasti. Myös kiinteistösähkön riittävyys on tärkeä varmistaa. Pääsulakkeen ja liittymiskaapelin kokoa tulee vaihtaa tarvittaessa. Myös aurinkolämpö on mahdollista liittää osaksi järjestelmää. Pilpilla voidaan kattaa asuinkerrostalon lämmöntarpeesta noin 30–50 %. Lämpöpumpun tehokas käyttäminen vaatii käytännössä aina jonkinlaisen varaajan käyttöä.

Poistoilmalämpöpumppu tutkitusti laskee kokonaisenergiankulutusta 36 % ja siten parantaa rakennuksen energiatehokkuutta ja pienentää hiilijalanjälkeä. Kannattavuus hieman vaihtelee sen mukaan, minkälainen lämmönkulutus kiinteistössä on ennestään. Taloudellisesti investointi on sen kannattavampaa, mitä kalliimpaa on kaukolämpö suhteessa sähköön. Elinkaarikustannukset huoltotöineen ovat hieman epävarmalla pohjalla, koska Suomessa ei juurikaan ole vielä pitkän linjan kokemusta tekniikasta. Kuitenkin on laskettu, että takaisinmaksuaika olisi otollisissa olosuhteissa 5–10 vuoden tasolla. [14, s. 4–60; 15, s. 16–70.]



Kuva 3. Tyypillinen 1950–70 -luvun asuinkerrostalon lämpöenergiatase [10].

### 5.3.2 Siirtyminen kaukolämmöstä maalämpöön

Maalämpöpumput ovat yleistyneet pientaloissa huomattavasti. Ratkaisun on todettu toimivan selvästi energiaa säästäväksi myös kerrostalossa. Tyypillinen kerrostalokohde on kaukana kaukolämpöverkosta sijaitseva, riittävän tontin porauskaivoille omaava kiinteistö, joka lämpiää öljyllä tai sähköllä. Viime vuosina on yleistynyt myös kaukolämmön vaihtaminen maalämpöön. Tällaisia kohteita löytyy ympäri Suomen, myös Helsingin kantakaupungista. Maalämmössä houkuttelee etenkin halvemmat lämmityskustannukset, kaukolämmön hintojen noustessa tasaisesti. Suomen asuinkerrostaloista yli 90 % käyttää kaukolämpöä lämmitykseen.

Kaukolämmön vaihtaminen maalämpöön jakaa asiantuntijoiden mielipiteitä voimakkaasti. Vaihto laskee kokonaisenergiakulutusta, mutta lisää sähkön kulutusta. Ekologisuudesta on oltu eri mieltä, koska kaukolämmön tuottaminen on yleensä puhtaampaa kuin sähkön. Mikäli sähkö on tuotettu ympäristöystävällisesti uusiutuvilla energiamuodoilla, on maalämmön ekologisuutta vaikea kieltää. Maalämpöön vaihtamisen on todettu laskevan kiinteistön lämmitysenergian määrää jopa 50–70 % ja laskevan näin lämmityskustannuksia 30–60 %, riippuen kiinteistön koosta ja ostetun energian hinnasta. Takaisinmaksuajat ovat vaihdelleet öljy- ja sähkölämmitteisissä yhtiöissä 5–8 vuodessa ja kaukolämmitteisissä 6–10 vuodessa. Laskelmissa on pienoista epävarmuutta johtuen maalämpöpumpun käyttöiästä. Pumput mitoitetaan usein 25 vuoden käyttöiälle. Kompressorit käyvät maalämpöpumpuissa hyvin suurella teholla, joten niiden kestoikä saattaa jäädä usein alemmaksi, jolloin sillä on vaikutusta takaisinmaksuaikaan. Investointina maalämmön hinta on kalliimpi kuin esimerkiksi poistoilmalämpöpumpun, mutta vastavasti säästöt ovat usein suurempia.



Kuva 4. Maalämpöpumppu Nokialaisen kerrostalon kellarissa [19].

Tarkkoja hintoja toteutuneista kohteista on vähän ja hinnat vaihtelevat suuresti olosuhteiden mukaan. Nokialla kahden kerrostalon, joissa on 62 asuntoa, vaihtaminen kaukolämmöstä maalämpöön tuli vuonna 2009 maksamaan 300 000 euroa (kuva 4, ks. ed.s.). Arvioitu takaisinmaksuaika on laskenut alkuperäisestä seitsemästä, viiteen vuoteen, johon tuen kaukolämmön nopeammasta hinnan noususta. Maalämpöjärjestelmä voidaan mitoittaa parilla tavalla. Osateholle mitoitettu järjestelmä on edullisempi, 80 % tehopeitto riittää kattamaan 99 % vuotuisesta lämmitysenergiasta, kovilla pakkasilla loppu tuotetaan sähkövastuksilla. Osateholle mitoitettu pumppu käy pidempiä käyntisyklejä, jolloin hyötysuhde parantuu ja energiatehokkuus nousee. Täysteholle mitoitettu pumppu voi olla energiataloudellisempi vaihtoehto silloin, kun pumppua pystytään ohjaamaan portaattomasti. Portaaton kierrosluvunsäätö tarkoittaa käytännössä invertteriohjattua kompressorilla. Täysteholla mitoitettu järjestelmä on hankintahinnaltaan kalliimpi. [16; 17, s. 29–35; 18.]

### 5.3.3 Aurinkolämpö- ja sähkö

Aurinkoenergia on kasvattanut suosiotaan viime vuosina. Syynä tähän on järjestelmien hinnan lasku sekä medianäkyvyys. Aurinkoenergia on tunnetuimpia uusiutuvia energiamuotoja. Aurinkoenergian voi jakaa kahteen tuottotapaan passiiviseen ja aktiiviseen. Kun puhutaan aurinkovoimasta, tarkoitetaan yleensä aktiivista tuottotapaa. Aktiivinen tuottotapa jakautuu edelleen aurinkolämpöön ja -sähköön. Aurinkolämmön hyötysuhde on parempi kuin aurinkosähkön. Riippuen keräystavasta aurinkokeräimillä voidaan saavuttaa 25–50 %:n hyötysuhde, joka Etelä-Suomessa tarkoittaa 250–500 kWh/m<sup>2</sup> (auringonsäteilyenergia noin 1 000 kWh/m<sup>2</sup>) vuotuista maksimituottoa. Aurinkosähköpaneelien hyötysuhde on kasvanut viime vuosina. Markkinoilla olevien paneelien hyötysuhde on 15–20 %, jolloin voidaan maksimissaan saada 150–250 kWh/m<sup>2</sup> sähköenergiaa vuodessa.

Aurinkolämpöä voidaan tuottaa tasokeräimillä tai tyhjiöputkikeräimillä (kuva 5). Tasokeräimissä nesteen lämpötila jää alhaisemmaksi, joten se sopii paremmin lämmityspiireihin. Hyötysuhde tosin on hieman heikompi kuin tyhjiöputkikeräimillä. Tyhjiöputkikeräimistä saadaan paras hyöty silloin, kun sillä lämmitetään vain käyttövettä. Tällöin tyhjiöputkista saatava korkeampi lämpötila voidaan hyödyntää paremmin. Aurinkolämpöjärjestelmä koostuu keräimistä, putkistoista, lämmönvaihtimesta, varaajasta, pumpuista ja venttiileistä sekä ohjauselektronikasta ja antureista. Välillisessä järjestelmässä on kaksi piiriä, glykolipuoli johon lämpö kerätään ja vesipuoli johon se johdetaan. Aurinkolämpö

ei sovellu ainoaksi lämmönlähteeksi, vaan se asennetaan pääjärjestelmän rinnalle. Aurinkolämpö toimii kaikkien yleisimpien vesikiertoisten lämmitysjärjestelmien kanssa. Aurinkoenergian ongelmana Suomessa on kausivaihtelut. Etelä-Suomen säteilymäärät ovat lähes samat kuin Keski-Euroopassa. Suomessa säteily tulee 90 % maalisi–syyskuun välisenä aikana, näin saatava teho lämmityskaudella jää vähäiseksi. Näin ollen aurinkoenergian avulla ei voida pienentää varsinaisen lämmitysjärjestelmän mitoitusta.



Kuva 5. Vasemmalla tasokeräin ja oikealla tyhjiöputkikeräin [20].

Kerrostalojen energiankulutusta, joihin on asennettu aurinkolämpöjärjestelmä, on tutkittu. Järjestelmällä on päästy 5–20 %:n säästöihin lämpöenergiankulutuksessa. Kuitenkin järjestelmän takaisinmaksuajat ovat monesti painuneet yli 15 vuoden. Verrattuna poistoilmalämpöpumppuihin, aurinkolämmöstä saatava energiasäästö ja taloudellinen hyöty, jäävät pienemmiksi.

Aurinkosähkö on tunnetumpi tapa hyödyntää aurinkoenergiaa. Aurinkosähköllä voidaan tuottaa huomattava osa kesäaikaan, kiinteistösähkönkulutuksesta. Heikon tuoton takia suhteessa hankintakustannuksiin, aurinkosähköjärjestelmiä ei voida vielä pitää kustannustehokkaina vaihtoehtoina. Kuitenkin tekniikan kehittyessä ja hintojen laskiessa takaisinmaksuajatkkin saattavat tippua järkevälle tasolle. Helsingin Viikissä sijaitsee Suomen ensimmäinen aurinkosähköä tuottava kerrostalo. Talossa on 39 asuntoa ja 240 m<sup>2</sup> aurinkopaneeleita. Aurinkopaneelit on integroitu parvekejulkisivuihin. Integroidut ratkaisut mahdollistavat edullisemmat investointikulut, jos ne voidaan tehdä esimerkiksi parveketai katto remontin yhteydessä. Viikissä aurinkosähköllä on tuotettu vuotuisesta kiinteistösähköstä alle neljännes. Kesällä kuukausittaiset tuotot ovat olleet parhaimmillaan 1 800 kWh. [14, s. 18–60; 21; 22.]

#### 5.4 Sähköenergiankulutusta lisääviä toimenpiteitä

Kaikki nykyään tehtävät toimenpiteet eivät pienennä energiankulutusta. Etenkin kiinteistösähkönkulutus on viime vuosina kasvanut selkeästi. Sama trendi tulee jatkumaan myös lähivuosina, kun vanhoja kiinteistöjä saneerataan kiihtyvällä tahdilla. Jonkin verran kiinteistösähkönkulutusta nostaa kasvanut valaistusmäärä ja mahdolliset uudet käyttötilat ja -laitteet. Näiden osuutta voidaan, kuitenkin selkeästi pienentää hyvällä suunnittelulla ja valitsemalla vähän energiaa kuluttavia malleja.

Sähköinen lattialämmitys lisää selkeästi kiinteistösähkönkulutusta. Kun puhutaan sähköisestä mukavuuslämmityksestä, tulisi etenkin kerrostalon yleisissä tiloissa pyrkiä lämmityksen säädeltävyyteen käytön mukaan. On tutkittu myös mahdollisuuksia toteuttaa lattialämmitys vesikiertoisena. Mikäli lämmitettävää pinta-alaa ja lämpöhäviöitä on paljon, vesikiertoisen järjestelmän takaisinmaksuaika huoltokuluineen on 15–30 vuotta. Laskelmat ovat hyvin riippuvaisia paikkakuntaakohtaisista hintaeroista sekä hinnan kehityksestä. Tämä edellyttää kiinteistön kaikkien lattialämmitysten, huoneistot mukaan lukien, varustamista vesikiertoisella järjestelmällä. On hyvä myös huomioda, että sähköinen lattialämmitys huoneistoissa, nostaa huoneistosähkönkulutusta, jonka asukas maksaa itse. Kylpyhuoneen mukavuuslämmityksen säätö on asukkaan vastuulla. Etenkin, jos lattiaa pidetään turhan lämpimänä niin, että se alkaa lämmittämään rakenteita ja muita tiloja, nousee kulutus. Keskimääräisellä käytöllä viiden neliön sähköinen lattialämmitys kuluttaa noin 900 kWh vuodessa. Kovalla käytöllä luku voi nousta paljonkin. Tämäkin sähkö tulee kuitenkin kiinteistön pääliittymän kautta, joten sillä voi olla vaikutusta muun muassa liittymän kokoon.

Toinen merkittävä energiankulutukseen vaikuttava tekijä on ilmanvaihto. Mikäli kiinteistössä on aikaisemmin ollut painovoimainen ilmanvaihto, joka muutetaan koneelliseksi poistoksi, nostaa se sekä sähkön- että lämmönkulutusta. Myös koneellisen poiston puhaltimien vaikutuksella on vaikutusta kulutukseen. Aiemmin työssä tutkittiin poistopuhaltimien vaihtokohteen kulutusta (ks. luku 4.1.8), jossa lämmönkulutus nousi selkeästi parantuneen ilmanvaihdon seurauksena. Sähkönkulutus taas laski uudempien ja energiatehokkaampien puhaltimien ansiosta. [23, 24.]

## 6 Pohdintaa

Oletuksena oli, että korjaushankkeiden nykyiset tyyppitoimenpiteet ja kehittynyt tekniikka säästävät energiaa kerrostaloissa. Työn aikana selvisi, että toteutuneissa kohteissa vaihtelu oli suurta. Suurimmassa osassa kohteita kiinteistösähkönkulutus nousi selvästi, suurimmillaan, jopa nelinkertaiseksi. Kolmasosassa kiinteistöistä sähkönkulutus laski. Nämä kohteet, kuitenkin osoittavat, että säästö on mahdollista olosuhteiden kohdatessa. Keskimääräinen vuotuinen ominaissähkönkulutus kohteissa oli ennen saneerausta 1,65 kWh/m<sup>2</sup> ja saneerauksen jälkeen 2,07 kWh/m<sup>2</sup>. Korotusta tapahtui siis noin 25 %.

Vuotuinen lämpöindeksi oli ennen saneerausta keskimäärin 48,4 kWh/m<sup>2</sup> ja saneerauksen jälkeen 46,6 kWh/m<sup>2</sup>. Laskua tapahtui siis noin 4 %. Tämä osoittaa, että keskimäärin lämmönkulutus laskee perinteisen putkiremontin yhteydessä. Täytyy kuitenkin muistaa, että oli myös kohteita, joissa kulutus selkeästi nousi.

Vuotuinen vedenkulutus asukasta kohden oli ennen saneerausta keskimäärin 173,2 l/as ja saneerauksen jälkeen 145,4 l/as. Laskua oli siis noin 16 %. Tutkimuksen perusteella voidaan todeta, että putkiremontilla on selkeä vaikutus kiinteistön vedenkulutukseen. Nykyaikaisilla kalusteilla voidaan veden virtaamia vähentää huomattavasti. Myös asunto-kohtaisilla vesimittareilla ja vesijohtoverkon paineentasauksella on merkitystä kulutuksen vähentämiseen.

Työ opetti paljon suuren saneerauskohteen eri työvaiheista. Hyvin mielenkiintoista oli tutkia myös kulutustietoja ja verrata niitä tehtyihin toimenpiteisiin. Työ opetti, miten vaikeaa on käytännössä ennustaa pelkkien tilastojen valossa energian kulutuksen muutoksia. Paperilla kaksi hyvin samankaltaista kohdetta saattavat antaa erilaisen tuloksen. Yksi iso tekijä tähän on tietysti ihmisten kulutustottumukset, jotka vaihtelevat paljon. Työn hankalin osuus oli selkeästi tiedonkeruu. Siihen käytetty aika oli monin verroin enemmän kuin alun perin oli suunniteltu. Iso syy tähän oli saneerauskohteiden etsiminen, kulutustietoja tarjoavasta Tampuurista, joka oli hidasta. Suurin osa saneerauskohteiden tiedoista oli paperimapeissa, joten etsiminen oli hankalaa.

Tutkimus osoitti, että energiatehokkuuden parantaminen on mahdollista kerrostalojen suurten korjaushankkeiden yhteydessä. Se vaatii asiantuntevaa suunnittelua ja tietoisesti energiaa säästävien valintojen tekemistä.

## Lähteet

- 1 Talokeskus Oy kotisivu, 2015, Verkkodokumentti. Talokeskus Yhtiöt Oy. <<http://www.talokeskus.fi/yritys/>> Luettu 4.2.2015
- 2 Valtioneuvoston periaatepäätös kestävästä kulutuksesta ja tuotannosta, 2013. Verkkodokumentti. Valtioneuvosto. Löytyy: <[http://www.ym.fi/fi-FI/Ymparisto/Kestava\\_kulutus\\_ja\\_tuotanto](http://www.ym.fi/fi-FI/Ymparisto/Kestava_kulutus_ja_tuotanto)> Päivitetty 14.3.2014, Luettu 4.2.2015
- 3 Energiatehokkuusdirektiivin täytäntöönpano, 2013. Euroopan Komissio. Verkkodokumentti. <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2013:0762:FIN:FI:HTML>> Luettu 4.2.2015
- 4 Neuvonen, Petri (toim.). 2006. Kerrostalot 1880–2000. Helsinki: Rakennustieto Oy
- 5 Ylinen, Timo (toim.). 2011. Sähköremontti. Espoo: Sähköinfo Oy
- 6 Hallittu putkiremontti. 2008. Helsinki: Rakennustieto Oy
- 7 Jaakkola, Tuomo. 2010. Energiatehokas asuinkerrostalojen talotekniikkakorjaus. Helsinki: Suomen Rakennusmedia Oy
- 8 RT 16-11123 Talotekniikkatöiden valvonnan tehtäväluettelo. 2013. RT-Kortisto.
- 9 ST 51.41 Asuntojen sähköasennusten tyypillisimpien korjaus-, muutos- ja laajennustöiden käyttöönottotarkastus ja dokumentointi. 2013. ST-Kortisto. Sähköinfo Oy.
- 10 Virta, Jari. 2015. Taloyhtiön energiakirja. Helsinki: Sitra.
- 11 Älykäs valaistus tulee kaduille. 2014. Verkkodokumentti. Länsiväylä. <<http://www.lansivayla.fi/artikkeli/240870-espoo-edellakavijana-suomessa-alykas-valaistus-tulee-kaduille>> Luettu 21.4.2015
- 12 Ouman Oy kotisivu. 2015. Verkkodokumentti. Ouman Oy. <<http://ouman.fi>> Luettu 21.4.2015
- 13 Energianhallinta on tätä päivää. 2015. Verkkodokumentti. Talokeskus Yhtiöt Oy. <<http://www.tampuuri.fi/isannointiin/energiahallinta/>> Luettu 21.4.2015
- 14 Huuhtanen, Tero. Poistoilmalämpöpumppujen ja aurinkokeräinten kannattavuusvertailu kerrostalokiinteistössä. 2012. Opinnäytetyö. Metropolia AMK.
- 15 Westman, Mindi. Poistoilman lämmön talteenotto. 2014. Opinnäytetyö. Arcada.



- 16 41 kysymystä ja vastausta maalämmöstä. 2015. Verkkodokumentti. JH-Lämpö. <<http://www.jh-lampo.fi/?cat=useinkysyttya&id=147062>> Luettu 22.4.2015
- 17 Hyttinen, Jarmo. 2011. Kerrostalon sähkösaneeraus ja laajennustyö. Opinnäytetyö. Mikkelin Ammattikorkeakoulu.
- 18 Maalämpö ylitti odotukset kerrostalossa. 2012. Verkkodokumentti. Helsingin Sanomat. <<http://www.hs.fi/paivanlehti/talous/Maal%C3%A4mp%C3%B6+ylitti+odotukset+kerrostalossa/a1353650453698>> Luettu 22.4.2015
- 19 Kerrostalo lämpiää nyt maalämmöllä. 2009. Verkkodokumentti. CO2-raportti. <[http://www.co2-raportti.fi/index.php?page=ilmastovinkit&news\\_id=1763](http://www.co2-raportti.fi/index.php?page=ilmastovinkit&news_id=1763)> Luettu 22.4.2015
- 20 Aurinkovoima.fi. 2015. Verkkodokumentti. <<http://www.aurinkovoima.fi/fi/tuotteet/ahp-tyhjioputkikerain>> Luettu 22.4.2015
- 21 Aurinkoenergia – viisas valinta. 2015. Verkkodokumentti. Aurinkovoima.fi. <<http://www.aurinkovoima.fi/fi/sivut/aurinkoenergia>> Luettu 22.4.2015
- 22 Martin, Kristian. Kiinteistöjen aurinkoenergiajärjestelmien huolto ja ylläpito Suomessa. 2013. Opinnäytetyö. Arcada.
- 23 Salmi, Kristian. Kylpyhuoneen lämmitysvaihtoehtojen elinkaarikustannusvertailu putkiremontissa. 2011. Opinnäytetyö. Metropolia AMK.
- 24 Kymmenen kysymystä sähkönkäytöstä. 2015. Verkkodokumentti. Turku Energia. <<http://www.turkuenergia.fi/valopilkku/index.php?page=3ecbb9edee0541cd27fec2baa1043de&pgs=3>> Luettu 24.4.2015

## Esimerkkikohteiden kulutustiedot

### AS OY 1924A (17400 m³) saneerausvuosi 2010

	2007	2008	2009	2011	2012	2013	muutos ka (%)
Lämmönkulutus MWh	631	580	633	589	609	593	-2,9
Ominaislämpö kWh/Rm³	36,2	33,4	36,4	33,8	35	34,1	-2,9
Normeerattu lämpö MWh	678	660	646	619	611	621	-6,7
Lämpöindeksi kWh/Rm³	38,9	37,9	37,1	35,6	35,1	35,7	-6,6
Vedenkulutus m³	4052	3952	3517	3097	3031	3192	-19,1
Veden ominaiskulutus l/Rm³	233	227	202	178	174	183	-19,2
Veden ominaiskulutus l/as/vrk	154	150	134	118	115	122	-18,9
Sähkönkulutus kWh	2054	2201	1802	2255	2187	1999	6,3
Sähkön ominaiskulutus kWh/Rm³	4	9	9	9	3	7	
	1,2	1,3	1	1,3	1,3	1,1	5,7

### AS OY 1924B (32100 m³) saneerausvuosi 2010

	2007	2008	2009	2011	2012	2013	muutos ka (%)
Lämmönkulutus MWh	1002	939	1085	1072	1180	1067	9,7
Ominaislämpö kWh/Rm³	31,2	29,3	33,8	33,4	36,8	33,2	9,7
Normeerattu lämpö MWh	1080	1080	1108	1131	1188	1119	5,2
Lämpöindeksi kWh/Rm³	33,6	33,6	34,5	35,2	37	34,9	5,3
Vedenkulutus m³	5723	4562	3849	4985	5591	4877	9,3
Veden ominaiskulutus l/Rm³	178	142	120	155	174	152	9,3
Veden ominaiskulutus l/as/vrk	234	186	157	204	228	200	9,5
Sähkönkulutus kWh	8895	7830	7718	7752	7642	7499	-6,3
	1	5	5	7	9	1	
Sähkön ominaiskulutus kWh/Rm³	2,8	2,4	2,4	2,4	2,4	2,3	-6,6

### AS OY 1937 (13500 m³) saneerausvuosi 2009-10

	2006	2007	2008	2011	2012	2013	muutos ka (%)
Lämmönkulutus MWh	535	529	521	598	631	578	14,0
Ominaislämpö kWh/Rm³	39,6	39,2	38,6	44,3	46,7	42,8	14,0
Normeerattu lämpö MWh	547	566	592	635	636	609	10,3
Lämpöindeksi kWh/Rm³	40,6	41,9	43,9	47	47,1	45,1	10,1
Vedenkulutus m³	4675	4184	3886	3438	3216	3517	-20,2
Veden ominaiskulutus l/Rm³	346	310	288	255	238	261	-20,1
Veden ominaiskulutus l/as/vrk	252	235	204	181	176	197	-19,8
Sähkönkulutus kWh	1352	1335	1500	1271	1581	1708	8,9
	9	5	9	9	1	5	
Sähkön ominaiskulutus kWh/Rm³	1	1	1,1	0,9	1,2	1,3	9,7

**AS OY 1939 (7190 m³) saneerausvuosi 2010**

	2007	2008	2009	2011	2012	2013	muutos ka (%)
Lämmönkulutus MWh	285	269	298	318	346	304	13,6
Ominaislämpö kWh/Rm³	39,6	37,3	41,4	44,3	48,1	42,3	13,9
Normeerattu lämpö MWh	304	303	301	332	346	312	9,0
Lämpöindeksi kWh/Rm³	42,2	42,1	41,9	46,2	48,2	43,5	9,3
Vedenkulutus m³	2406	2608	2420	2482	3048	3136	16,6
Veden ominaiskulutus l/Rm³	335	363	337	345	424	436	16,4
Veden ominaiskulutus l/as/vrk	129	141	135	139	170	175	19,5
Sähkönkulutus kWh	1032 9	1129 1	1114 5	8822	7189	7181	-29,2
Sähkön ominaiskulutus kWh/Rm³	1,4	1,6	1,6	1,2	1	1	-30,4

**AS OY 1940 (11320 m³) saneerausvuosi 2009-10**

	2007	2008	2011	2012	2013	muutos ka (%)
Lämmönkulutus MWh	579	579	593	635	615	6,1
Ominaislämpö kWh/Rm³	51,2	51,2	52,4	56,1	54,4	6,1
Normeerattu lämpö MWh	618	656	627	639	645	0,0
Lämpöindeksi kWh/Rm³	54,6	57,9	55,4	56,4	57	0,0
Vedenkulutus m³	4009	3875	3143	3464	3477	-14,7
Veden ominaiskulutus l/Rm³	354	342	278	306	307	-14,7
Veden ominaiskulutus l/as/vrk	157	151	123	128	124	-18,8
Sähkönkulutus kWh	1270 0	1263 9	1395 2	1503 3	1456 9	14,6
Sähkön ominaiskulutus kWh/Rm³	1,1	1,1	1,2	1,3	1,3	15,2

**AS OY 1941 (13800 m³) saneerausvuosi 2010-11**

	2007	2008	2009	2012	2013	2014	muutos ka (%)
Lämmönkulutus MWh	702	687	729	761	692	675	0,5
Ominaislämpö kWh/Rm³	50,8	49,8	52,8	55,2	50,2	48,9	0,6
Normeerattu lämpö MWh	747	778	739	767	725	726	-2,0
Lämpöindeksi kWh/Rm³	54,1	56,3	53,6	55,6	52,6	52,6	-2,0
Vedenkulutus m³	5372	5167	5019	3616	3500	3655	-30,8
Veden ominaiskulutus l/Rm³	389	374	364	262	254	265	-30,7
Veden ominaiskulutus l/as/vrk	171	164	160	115	113	118	-30,1
Sähkönkulutus kWh	1947 5	1632 3	1779 7	1594 4	1755 8	1666 8	-6,4
Sähkön ominaiskulutus kWh/Rm³	1,4	1,2	1,3	1,2	1,3	1,2	-5,1

**AS OY 1953A (18629 m³) saneerausvuosi 2008**

	2005	2006	2007	2009	2010	2011	muutos ka (%)
Lämmönkulutus MWh	824	863	841	840	887	757	-1,7
Ominaislämpö kWh/Rm³	44,3	46,3	45,2	45,1	47,6	40,6	-1,8
Normeerattu lämpö MWh	856	886	897	857	801	795	-7,0
Lämpöindeksi kWh/Rm³	46	47,6	48,1	46	43	42,7	-7,1
Vedenkulutus m³	6073	6204	6200	4653	5142	5333	-18,1
Veden ominaiskulutus l/Rm³	326	333	333	250	276	286	-18,1
Veden ominaiskulutus l/as/vrk	175	179	179	134	148	154	-18,2
Sähkönkulutus kWh	2380	2522	2525	3535	3523	3566	43,0
Sähkön ominaiskulutus kWh/Rm³	2	8	5	7	3	1	
	1,3	1,4	1,4	1,9	1,9	1,9	39,0

**AS OY 1953B (16750 m³) saneerausvuosi 2010**

	2007	2008	2009	2011	2012	2013	muutos ka (%)
Lämmönkulutus MWh	866	816	833	836	855	800	-1,0
Ominaislämpö kWh/Rm³	51,7	48,7	49,7	49,9	51	47,8	-0,9
Normeerattu lämpö MWh	923	927	847	880	859	836	-4,5
Lämpöindeksi kWh/Rm³	55,1	55,3	50,6	52,6	51,3	49,9	-4,5
Vedenkulutus m³	6233	5764	5520	4841	5088	5236	-13,4
Veden ominaiskulutus l/Rm³	372	344	330	289	304	313	-13,4
Veden ominaiskulutus l/as/vrk	182	168	161	141	132	133	-20,5
Sähkönkulutus kWh	2896	2331	2579	2826	3075	3430	19,5
	2	8	5	7	5	5	
Sähkön ominaiskulutus kWh/Rm³	1,7	1,4	1,5	1,7	1,8	2	19,6

**AS OY 1954 (15305 m³) saneerausvuosi 2011**

	2008	2009	2010	2012	2013	2014	muutos ka (%)
Lämmönkulutus MWh	676	763	745	741	719	694	-1,4
Ominaislämpö kWh/Rm³	44,2	49,9	48,7	48,4	47	45,3	-1,5
Normeerattu lämpö MWh	758	776	678	746	754	752	1,8
Lämpöindeksi kWh/Rm³	49,5	50,7	44,3	48,7	49,2	49,1	1,7
Vedenkulutus m³	5089	4953	4495	3459	4127	4069	-19,8
Veden ominaiskulutus l/Rm³	332	324	294	226	270	266	-19,8
Veden ominaiskulutus l/as/vrk	214	209	189	146	174	172	-19,6
Sähkönkulutus kWh	2371	2759	2423	2661	2361	1875	-8,7
	7	6	0	3	6	4	
Sähkön ominaiskulutus kWh/Rm³	1,5	1,8	1,6	1,7	1,5	1,2	-10,2

**AS OY 1956 (5460 m³) saneerausvuosi 2011**

	2008	2009	2010	2012	2013	2014	muutos ka (%)
Lämmönkulutus MWh	263	280	296	231	218	209	-21,6
Ominaislämpö kWh/Rm³	48,1	51,2	54,2	42,3	40	38,3	-21,4
Normeerattu lämpö MWh	297	286	268	233	230	226	-19,0
Lämpöindeksi kWh/Rm³	54,4	52,4	49	42,6	42,2	41,3	-19,1
Vedenkulutus m³	1583	1588	1528	1171	1135	1089	-27,8
Veden ominaiskulutus l/Rm³	290	291	280	214	208	200	-27,8
Veden ominaiskulutus l/as/vrk	152	156	149	114	111	107	-27,4
Sähkönkulutus kWh	3793	4072	3911	1845 0	2080 1	2151 2	416, 0
Sähkön ominaiskulutus kWh/Rm³	0,7	0,7	0,7	3,4	3,8	3,9	428, 6

**AS OY 1958A (13500 m³) saneerausvuosi 2009**

	2006	2007	2008	2010	2011	muutos ka (%)
Lämmönkulutus MWh	806	788	773	779	751	-3,0
Ominaislämpö kWh/Rm³	59,7	58,4	57,3	57,7	55,6	-3,1
Normeerattu lämpö MWh	830	841	869	706	730	-15,2
Lämpöindeksi kWh/Rm³	61,5	62,3	64,4	52,3	54,1	-15,2
Vedenkulutus m³	5053	5473	5160	3240	3432	-36,2
Veden ominaiskulutus l/Rm³	374	405	382	240	254	-36,2
Veden ominaiskulutus l/as/vrk	178	192	181	107	116	-39,3
Sähkönkulutus kWh	2713	2645	2549	3339	3895	37,2
	0	0	4	4	6	
Sähkön ominaiskulutus kWh/Rm³	2	2	1,9	2,5	2,9	37,3

**AS OY 1958B (3200 m³) saneerausvuosi 2009**

	2007	2008	2010	2011	2012	muutos ka (%)
Lämmönkulutus MWh			140	148	162	
Ominaislämpö kWh/Rm³			43,8	46,2	50,7	
Normeerattu lämpö MWh			128	156	163	
Lämpöindeksi kWh/Rm³	53,9	52,1	39,9	48,6	51,1	-12,2
Vedenkulutus m³			39,9	1103	1054	
Veden ominaiskulutus l/Rm³			39,9	345	329	
Veden ominaiskulutus l/as/vrk	182	168	39,9	151	144	-36,2
Sähkönkulutus kWh			39,9	6556	6562	
Sähkön ominaiskulutus kWh/Rm³	2,1	2,3	39,9	2	2,1	566, 7

**AS OY 1959 (4000 m³) saneerausvuosi 2008**

	2006	2007	2009	2010	2011	muutos ka (%)
Lämmönkulutus MWh				204	181	
Ominaislämpö kWh/Rm³				50,9	45,2	
Normeerattu lämpö MWh				186	190	
Lämpöindeksi kWh/Rm³	51,1	54,4	56,4	46,4	47,5	-5,0
Vedenkulutus m³				1317	1347	
Veden ominaiskulutus l/Rm³				329	337	
Veden ominaiskulutus l/as/vrk	157	172	160	145		-7,3
Sähkönkulutus kWh				1457 2	1538 9	
Sähkön ominaiskulutus kWh/Rm³	1,1	1,4	3,8	3,6	3,8	198, 7

**AS OY 1961 (14000 m³) saneerausvuosi 2009-10**

	2006	2007	2008	2011	2012	2013	muutos ka (%)
Lämmönkulutus MWh	719	698	631	700	709	662	1,1
Ominaislämpö kWh/Rm³	51,4	49,9	45,1	50	50,6	47,3	1,0
Normeerattu lämpö MWh	748	745	700	737	708	691	-2,6
Lämpöindeksi kWh/Rm³	53,4	53,2	50	52,6	50,6	49,3	-2,6
Vedenkulutus m³	6877	6476	6865	5248	5402	5490	-20,2
Veden ominaiskulutus l/Rm³	491	463	490	375	386	392	-20,2
Veden ominaiskulutus l/as/vrk	189	177	188	144	148	150	-20,2
Sähkönkulutus kWh	2910	2853	2949	3722	3941	3406	27,1
	1	2	7	4	4	3	
Sähkön ominaiskulutus kWh/Rm³	2,1	2	2,1	2,7	2,8	2,4	27,4

**AS OY 1973 (27280 m³) saneerausvuosi 2009**

	2006	2007	2008	2010	2011	2012	muutos ka (%)
Lämmönkulutus MWh	886	829	1108	1301	1135	1151	27,1
Ominaislämpö kWh/Rm³	32,5	30,4	40,6	47,7	41,6	42,2	27,1
Normeerattu lämpö MWh	885	858	1240	1156	1169	1134	16,0
Lämpöindeksi kWh/Rm³	32,4	31,5	45,5	42,4	42,8	41,6	15,9
Vedenkulutus m³	9213	9356	9138	9394	8673	8435	-4,3
Veden ominaiskulutus l/Rm³	338	343	335	344	318	309	-4,4
Veden ominaiskulutus l/as/vrk	164	167	159	167	145	141	-7,6
Sähkönkulutus kWh	9677	9576	8966	7750	7819	7577	-18,0
	7	9	3	7	3	0	
Sähkön ominaiskulutus kWh/Rm³	3,5	3,5	3,3	2,8	2,9	2,8	-17,5